

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



SECADO DE TROZOS DE COCONA (*Solanum sessiliflorum* Dunal) POR AIRE CALIENTE CON PRETRATAMIENTO DE OSMODESHIDRATACIÓN

TESIS

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Presentada por la Bachiller:

CINDY MARILYN SILVA CORREA

Tarapoto – Perú

2013

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



SECADO DE TROZOS DE COCONA (*Solanum sessiliflorum* Dunal) POR AIRE CALIENTE CON PRETRATAMIENTO DE OSMODESHIDRATACIÓN

TESIS

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Presentada por la Bachiller:

CINDY MARILYN SILVA CORREA

SUSTENTADA Y APROBADA ANTE EL SIGUIENTE JURADO:

Dr. Abner Obregón Lujerio
PRESIDENTE

Ing. Karen Gabriela Documet Petrlik
SECRETARIA

Ing. M. Sc. Enrique Terleira García
MIEMBRO

Dr. Oscar W. Mendieta Taboada
ASESOR

TARAPOTO – PERÚ
2013

DEDICATORIA

*A mis padres amados: ALFREDO
y CECILIA por su apoyo
incondicional, sacrificio y fe, mi
agradecimiento eterno.*

*A mis hermanos: Pierluigi e Indira por
darme alegría, confianza y ser mis
compañeros siempre.*

*A mami Carlota, mami María, tío
Abel y tío Pedro por sus sabios
consejos.*

*A nuestro Dios todopoderoso, por
mantenernos en la fe y darnos las
sabias enseñanzas para seguir en
este camino.*

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Oscar Wilfredo Mendieta Taboada, por su disponibilidad, guía y asesoramiento en el desarrollo de mi tesis mi eterno agradecimiento.

Al Ing. Ángel Chávez por su apoyo en el análisis de mi producto.

A mis siempre amigos Carlos Prentice y Saida Usca por su apoyo desinteresado y su amistad.

A la Sra. Carmela Jara y esposo por brindarme la materia prima para el desarrollo de mi tesis.

A la señora Dolly Flores y Guido Saavedra, encargados del laboratorio por brindarme todas las facilidades para realizar los análisis de mi tesis.

Al Señor Porfirio Guerrero Soto encargado de la Biblioteca Especializada por brindarme los libros necesarios para la complementación de mi tesis y sus sabios consejos.

Al señor Walter Lozano, encargado de la planta piloto por brindarme las instalaciones de la planta piloto para almacenar mi materia prima.

A todos los docentes de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial y que ayudaron a mi formación profesional.

A todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en el desarrollo de mi tesis.

INDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Objetivos	13
1.1.1. Generales	13
1.1.2. Específicos	13
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	14
2.1. Materia Prima (Cocona).....	14
2.1.1. Generalidades.....	14
2.1.2. Origen y distribución geográfica.....	14
2.1.3. Clasificación taxonómica.....	15
2.1.4. Factores de producción.....	16
2.1.4.1. Clima.....	16
2.1.4.2. Suelo.....	16
2.1.5. Morfología.....	16
2.1.5.1. Planta.....	16
2.1.5.2. Tallo.....	17
2.1.5.3. Hoja.....	17
2.1.5.4. Flores	18
2.1.5.5. Frutos.....	19
2.1.5.6. Semillas.....	22
2.1.6. Siembra y Crecimiento.....	22
2.1.7. Indicadores de madurez.....	22
2.1.8. Tamaño de Frutos.....	23
2.1.9. Usos	24
2.1.9.1. Usos Alimenticios	24
2.1.9.2. Usos Medicinales	24
2.1.9.3. Usos Cosméticos.....	25
2.1.10. Composición Proximal	25
2.2. Procesos de transformación	26
2.2.1. Escaldado (Tratamiento térmico)	26
2.2.1.1. Pardeamiento Enzimático.....	27
2.2.2. Osmodeshidratación	28
2.2.3. Secado.....	32
2.2.3.1. Secado por aire caliente	32
2.2.3.2. Pruebas de Secado	34
2.2.3.3. Actividad de agua (aw)	34
a.- Variación de la Actividad de Agua.....	36
2.2.3.4. Difusión de humedad.....	36
2.2.3.5. Velocidad de secado	37
2.2.3.6. Contenido de humedad	39
2.2.3.7. Modificación del Color	40
2.2.3.8. Rehidratabilidad de los Alimentos.....	41
2.3. Análisis sensorial.....	42
2.3.1. Superficie de respuesta	42
2.4. Envases para productos deshidratados.....	42
2.4.1. Características del envase adecuado	43
2.4.2. Tipos de envases.....	43
2.4.2.1. Polietileno (PE).....	43
2.4.2.2. Polipropileno.....	44
2.4.2.3. Celofán (celulosa regenerada).....	44
2.5. Desarrollo de nuevos envases.....	45
III. MATERIALES Y MÉTODOS	46
3.1. Lugar de ejecución	46

3.2. Materia prima	46
3.3. Equipos y Materiales de Laboratorio	47
3.3.1. Equipos.....	47
3.3.2. Materiales	48
3.3.3. Reactivos	48
3.4. Metodología Experimental	49
3.5. Flujograma de secado de trozos de cocona (<i>S. sessiliflorum</i> Dunal)	51
3.6. Descripción de las operaciones del proceso.....	52
3.6.1. Obtención de la materia prima	52
3.6.2. Clasificación.....	52
3.6.3. Lavado.....	52
3.6.4. Pelado	52
3.6.5. Cortado.....	52
3.6.6. Escaldado	53
3.6.7. Osmodeshidratación	53
3.6.8. Deshidratado por aire caliente	53
3.6.9. Envasado.....	55
3.6.10. Almacenamiento	55
3.7. Métodos de Control	55
3.7.1. Controles en el fruto.....	55
3.7.1.1. Rendimiento de Pulpa	55
3.7.1.2. Caracterización Físico - Química.....	55
3.7.1.3. Análisis Proximal en trozos de cocona fresca.....	55
3.7.2. Controles durante el proceso de deshidratado	57
3.7.2.1. Pérdida de peso	57
3.7.2.2. Actividad de agua (aw)	57
3.7.2.3. Modificación del color	58
3.7.3. Análisis proximal en el producto terminado.	58
3.7.4. Rehidratabilidad	58
3.7.5. Análisis microbiológico.....	58
3.8. Determinación de la velocidad de secado	59
3.8.1. Determinación de la difusividad	59
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	60
4.1. Rendimiento de pulpa de cocona (<i>S. sessiliflorum</i> Dunal)	60
4.2. Características físicas del fruto de cocona (<i>s. sessiliflorum</i> Dunal).....	60
4.3. Caracterización físico - química en el fruto de cocona (<i>S. sessiliflorum</i> Dunal).....	61
4.4. Deshidratación osmótica y secado	62
4.4.1. Escaldado (tratamiento térmico)	62
4.4.2. Tratamiento de Osmodeshidratación	63
4.4.3. Efecto de la temperatura y concentración de Sacarosa en el Secado	64
4.4.4. Velocidad de Secado	65
4.4.5. Influencia de la temperatura de secado y concentraciones de sacarosa en la difusividad	66
4.4.5.1. Valores obtenidos de difusividad	68
4.4.6. Variación de la actividad de agua (aw).....	68
4.5. Capacidad de Rehidratación.	72
4.6. Contenido de Azúcares Reductores y Vitamina C en los tratamientos.....	73
4.7. Análisis químico proximal de los trozos de cocona (<i>S. sessiliflorum</i> Dunal) fresco y deshidratado con pretratamiento osmótico.....	77
4.8. Balance de materia en la obtención de trozos de cocona (<i>S. sessiliflorum</i> Dunal) secos.....	79
4.9. Análisis Sensorial de Trozos de Cocona (<i>S. sessiliflorum</i> Dunal)	80
4.9.1. Color	80

4.9.2 . Olor.....	81
4.9.3. Sabor.....	82
4.9.4. Textura.....	82
4.10. Análisis de trozos de cocona empacados.....	83
V. CONCLUSIONES	85
VI. RECOMENDACIONES	86
VII. BIBLIOGRAFÍA	87
VIII.ANEXOS.....	95
8.1. Modelo de encuesta realizada para tratamientos de secado de trozos de cocona deshidratados.	97
8.1.1. Prueba de Anva y Tuckey (5%) para los 9 tratamientos de Secado de Trozos de Cocona.....	99
8.1.1.1. Color.....	99
8.1.1.2. Olor.....	102
8.1.1.3. Sabor.....	105
8.1.1.4. Textura.....	108
8.2. Determinación de la Curva Estandar de Azúcares Reductores.....	111
8.2.1. Determinación de Azúcares Reductores del mejor tratamiento	112

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1:	Plantas de cocona.....	17
Figura N° 2:	Planta de Cocona.....	18
Figura N° 3:	Flor de una planta de cocona.....	19
Figura N° 4:	Forma de los frutos de Cocona.....	20
Figura N° 5:	Corte longitudinal de frutos de cocona.....	21
Figura N° 6:	Formas de semillas de ecotipos de cocona.....	22
Figura N° 7:	Frutos de Cocona Maduros (Ecotipo 1).....	23
Figura N° 8:	Transferencia de materia en la deshidratación osmótica.....	29
Figura N° 9:	Contenido de Agua y azúcar durante la deshidratación osmótica.....	31
Figura N° 10:	Estructura Molecular de la Sacarosa.....	31
Figura N° 11:	Secador por flujo de aire caliente.....	34
Figura N° 12:	Curva de velocidad de secado.....	37
Figura N° 13:	Contenido de humedad en función del tiempo de secado.....	40
Figura N° 14:	Frutos de Cocona Maduros (Ecotipo III).....	46
Figura N° 15:	Equipo secador con flujo de aire caliente.....	47
Figura N° 16:	Diagrama de Flujo para la Obtención de trozos de cocona (<i>S. sessiliflorum</i> Dunal).....	51
Figura N° 17:	Trozos de Cocona en Solución Azucarada (1:4).....	53
Figura N° 18:	Flujo de Aire Caliente en Secador Convectivo.....	54
Figura N° 19:	Cinética de Ganancia de Sólidos en los nueve tratamientos.....	64
Figura N° 20:	Efecto de la temperatura del aire y la concentración de Sacarosa sobre la cinética de secado de Trozos de Cocona.....	65
Figura N° 21:	Velocidad de secado en función de la temperatura del aire y concentración de sacarosa.....	66
Figura N° 22:	Comportamiento de las HBS en función de la temperatura y concentración de sacarosa.....	67
Figura N° 23:	Comportamiento de la actividad de agua para Trozos de Cocona durante el secado con aire caliente.....	69
Figura N° 24:	Variación de Luminosidad (L*) de Cocona Deshidratada.....	70
Figura N° 25:	Variación de cromaticidad (a*) en Cocona Deshidratada.....	71
Figura N° 26:	Variación de cromaticidad (b*) en Cocona Deshidratada.....	72
Figura N° 27:	Capacidad de rehidratación de Trozos de Cocona deshidrata.....	73
Figura N° 28:	Contenido de Azúcares totales, reductores y no reductores en fruta fresca y deshidratada.....	74
Figura N° 29:	Comparación del Contenido de Azúcares reductores entre los 9 tratamientos.....	75
Figura N° 30:	Comparación del Contenido en mg de Vitamina C entre los 9 tratamientos.....	77
Figura N° 31:	Balance de materia en la obtención de trozos de cocona deshidratados.....	79
Figura N° 32:	Superficie de respuesta en el análisis de color de los trozos de cocona deshidratados.....	81
Figura N° 33:	Superficie de respuesta en el análisis de OLOR de los trozos de cocona deshidratados.....	81
Figura N° 34:	Superficie de respuesta en el análisis de SABOR de los trozos de cocona deshidratados.....	82
Figura N° 35:	Superficie de respuesta en el análisis de textura de los trozos de cocona deshidratados.....	83
Figura N° 36:	Informe de Ensayo bacteriológico realizado en el Laboratorio Referencial de San Martín.....	96
Figura N° 37:	Curva Estándar de azúcares reductores.....	111

INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1: Clasificación Taxonómica	15
Cuadro N° 2: Características de los Ecotipos I, II y III.....	24
Cuadro N° 3: Composición química de la cocona en 100 g de pulpa.....	26
Cuadro N° 4: Características del Polietileno (PEBD, PEMD, PEAD)	43
Cuadro N° 5: Diseño Experimental.....	49
Cuadro N° 6: Condiciones del Equipo Secador	54
Cuadro N° 7: Rendimiento de pulpa de Cocona	60
Cuadro N° 8: Características Físicas del Fruto de Cocona.....	61
Cuadro N° 9: Características Físico - Químicas de Cocona Fresca y Deshidratada	62
Cuadro N° 10: Pruebas de Escaldado en Trozos de Cocona Fresca.....	63
Cuadro N° 11: Valores Obtenidos de Difusividad en el secado de cocona calculados con la ecuación de Fick para placa plana.....	68
Cuadro N° 12: Comparación del Color en Producto Terminado.....	70
Cuadro N° 13: Comparación entre el contenido en fresco y deshidratado de Vitamina C.....	76
Cuadro N° 14: Análisis Químico Proximal Fresco y Deshidratado (100 g.).....	78
Cuadro N° 15: Análisis de trozos de cocona empacados en Polietileno de Alta Densidad	84
Cuadro N° 16: Ficha de Encuesta para trozos de Cocona Deshidratados.....	97
Cuadro N° 17: Valores de la escala de 5 puntos	99
Cuadro N° 18: Diseño de Bloques Completamente al Azar	99
Cuadro N° 19: ANVA para Color	99
Cuadro N° 20: Resultados ordenados en forma descendente de acuerdo a los promedios obtenidos en el análisis sensorial del atributo Color	100
Cuadro N° 21: Promedios para Color	100
Cuadro N° 22: Tuckey (5%) para color.....	101
Cuadro N° 23: Diseño de Bloques Completamente al Azar	102
Cuadro N° 24: ANVA para Olor	102
Cuadro N° 25: Resultados ordenados en forma descendente de acuerdo a los promedios obtenidos en el análisis sensorial del atributo Olor.....	103
Cuadro N° 26: Promedios para Olor.....	103
Cuadro N° 27: Tuckey (5%) para Olor.....	104
Cuadro N° 28: Diseño de Bloques Completamente al Azar	105
Cuadro N° 29: ANVA para Sabor	105
Cuadro N° 30: Resultados ordenados en forma descendente de acuerdo a los promedios obtenidos en el análisis sensorial del atributo Sabor	106
Cuadro N° 31: Promedios para Sabor	106
Cuadro N° 32: Tuckey (5%) para Sabor	107
Cuadro N° 33: Diseño de Bloques Completamente al Azar	108
Cuadro N° 34: ANVA para Textura.....	108
Cuadro N° 35: Resultados ordenados en forma descendente de acuerdo a los promedios obtenidos en el análisis sensorial del atributo Textura.....	109
Cuadro N° 36: Promedios para Textura.....	109
Cuadro N° 37: Tuckey (5%) para Textura.....	110
Cuadro N° 38: Curva Estandar de Glucosa	111
Cuadro N° 39: Absorvancia de las diluciones	111
Cuadro N° 40: Contenido de Azúcares Reductores del mejor tratamiento.....	112

RESUMEN

En el presente trabajo de tesis "SECADO DE TROZOS DE COCONA (*Solanum sessiliflorum* Dunal) POR AIRE CALIENTE CON PRETRATAMIENTO DE OSMODESHIDRATACIÓN", se buscó una metodología de conservación de trozos de cocona los cuales fueron sometidos a soluciones de sacarosa de 30%, 40% y 50% como pretratamiento y flujos de aire con temperaturas de 40°C, 50°C y 60°C, (velocidad constante de aire de 1.1 m/s), donde el tratamiento de 60°C, con 40% de sacarosa, presenta mejores características organolépticas, y una mayor reducción en la humedad (HBS) de 0.022 kg H₂O/Kg de sólido seco; con contenidos de 2% en proteínas, 5.98 mg de vitamina C, 1.71% de grasas, 2.24% de cenizas y 0.81% de azúcares reductores.

El efecto de la temperatura y las concentraciones de solución osmótica fueron estimadas en las curvas de pérdida de peso, velocidad de secado, actividad de agua y color, en función del tiempo de secado (8 horas); las curvas de secado fueron ajustadas con la ecuación de la segunda ley de Fick y la difusividad obtenida fue de $7.44 \times 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$ en el tratamiento de 60°C y 40% de sacarosa.

El mejor tratamiento se determinó mediante evaluación sensorial con escala hedónica de 5 puntos y panelistas no entrenados. Los atributos de evaluación sensorial como color, olor, sabor, textura fueron representados mediante las gráficas de superficie de respuesta.

Se evaluó el producto empacado almacenado por 3 meses, obteniéndose 10.08% de humedad y 0.492 de actividad de agua presentándose estabilidad microbiológica.

ABSTRACT

In this thesis work "COCONA CUTS DRYING (*Solanum sessiliflorum* Dunal) HOT AIR WITH PRETREATMENT OSMOTIC DEHYDRATION" was searched conservation methodology cocona pieces of which were subjected to sucrose solutions of 30%, 40% and 50% as pretreatment and air flow with temperatures of 40°C, 50°C and 60°C (constant speed air 1.1 m/s), where the treatment of 60°C, with 40% sucrose, has better organoleptic characteristics and greater moisture reduction (HBS) 0.022 kg H₂O/kg of dry solid, with contents of 2% protein, 5.98 mg of vitamin C, 1.71% fat, 2.24% ash and 0.81% reducing sugars.

The effect of temperature and concentrations of osmotic solution curves were estimated weight loss, drying speed, water activity and color, depending on the drying time (8 hours) curves were fitted with drying equation of Fick's second law and diffusivity obtained was $7.44 \times 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$ at 60°C treatment and 40% sucrose.

The best treatment was determined by sensory evaluation with 5 point hedonic scale and untrained panelists. Sensory evaluation attributes such as color, odor, flavor, texture were represented by the response surface plots.

We evaluated the packaged product stored for 3 months, obtaining 10.08% moisture and water activity 0.492 presenting microbiological stability.

I. INTRODUCCIÓN

La cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal), es un frutal amazónico con que cuenta nuestra selva peruana, ampliamente distribuido en estado silvestre, y poco aplicado en la agricultura, encontrándose también en Venezuela, Brasil, Colombia y Ecuador, con características organolépticas, nutricionales y aplicaciones alimenticias muy aceptables, y al igual que la mayoría de productos alimenticios, su vida útil es muy corta, para lo cual es necesario utilizar métodos adecuados de conservación y proceso que sean económicos y mantengan la calidad del producto además de ser nutritivos.

La deshidratación es una de las técnicas ampliamente utilizada para la conservación de alimentos. El secado al sol de frutas, granos, vegetales, carnes y pescados ha sido ampliamente utilizado desde principios de la humanidad, proporcionando al hombre una posibilidad de subsistencia en épocas de carencia de alimentos.

El deshidratado por flujo de aire caliente es un proceso bastante estudiado, pero que ha tomado auge en estos últimos años. La aplicación de este tipo de tecnología simple y de bajo costo, debido entre otros al menor requerimiento de energía, brinda la posibilidad de preservar alimentos altamente perecederos, como la cocona.

Los alimentos deshidratados tienen ventajas ampliamente conocidas, ya que al reducir el contenido de humedad de ellos se previene el crecimiento de microorganismos y se minimizan las demás reacciones que los deterioran (Doymas et al., 2003).

Al secar los alimentos se reduce volumen y peso lo que influye en una reducción importante de los costos de empaque, almacenamiento y transporte. Los productos secos además permiten ser almacenados a temperatura ambiente por largos períodos de tiempo (Jarayaman et al., 1995).

Actualmente el secado con aire caliente sigue siendo el método de deshidratación más usado en la industria alimentaria y química (Krokida et al., 2001)

El secado por aire caliente desde un punto de vista microbiológico mantiene estable al alimento, sin embargo puede provocar deterioro de sus características organolépticas (color, olor, sabor, textura) (Lazárides et al., 1999) , por lo que se utilizó el método de deshidratación osmótica como pretratamiento para optimizar el proceso de secado.

1.1. Objetivos

Los objetivos del presente trabajo son:

1.1.1. Generales

- ✓ Determinar una metodología de conservación de trozos de cocona mediante deshidratación osmótica, como pretratamiento, y secado por aire caliente.

1.1.2. Específicos

- ✓ Determinar el flujo de procesamiento y los parámetros adecuados para obtener trozos de cocona deshidratada.
- ✓ Establecer y evaluar la cinética de secado de trozos de cocona.
- ✓ Evaluar las características organolépticas, físicas y químicas de trozos de cocona deshidratada.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Materia Prima (Cocona)

2.1.1. Generalidades

La cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal), es una planta nativa que se incluye dentro de las especies que se encuentran en estado semisilvestre en la amazonia peruana, con un acervo genético potencial de incalculable valor y con diversas características cualitativas fácilmente observable. Este cultivo presenta una gran variedad de ecotipos; los cuales no han tenido un estudio específico en cuanto a caracterización, fenología, rendimiento, densidad de siembra y calidad de fruto, datos importantes que sirven para seleccionar los mejores ecotipos y tecnificar el cultivo (Silva et al., 1994).

Actualmente, la cocona es muy requerida por tener un fruto de sabor especial y de utilización en néctares y mermeladas, es poco consumido en fruta fresca; asimismo, la gran demanda que tiene esta especie por los pequeños empresarios, se debe a sus expectativas económicas actuales los agricultores siembran este cultivo en pequeña escala y en forma empírica, sin considerar ningún aspecto técnico (Villachica, 1996).

2.1.2. Origen y distribución geográfica

Solanum sessiliflorum y sus variedades probablemente se originaron vía selección indígena en algún lugar de la amazonia, ecuatoriana o colombiana. (Wahlen et al., 1981)

Schultes (1984), indicó que la cocona se originó en el Amazonas Occidental, donde fue primitivamente cultivada por los amerindios precolombinos, sugerencia también aceptada por Wahlen et al. (1981).

Brucher (1973), sugirió, más específicamente, que el origen de la cocona estuvo ubicado en el alto Río Orinoco en una localidad llamada San Fernando de Atabapo (Venezuela), donde recolectaron material botánico y le dieron el nombre de *Solanum topiro*.

Patiño (1963), también informó que la cocona era cultivada por los indios Kareneirisen en Alto Madre de Dios, en la Amazonia peruana. Se supone que su distribución se extendió desde el Río Madre de Dios, en el sur del Perú, al mediano Río Orinoco en Venezuela y Colombia a lo largo de los Andes, entrando en la planicie amazónica a través de los principales ríos que drenan los Andes. Aún ahora la cocona es más abundante en el Amazonas occidental, sugiriendo que no fue distribuido en toda la cuenca amazónica.

Actualmente está distribuida en el Amazonas brasileño, peruano, ecuatoriano, colombiano y venezolano, como también en los Andes del Ecuador y Colombia hasta 1000 msnm, en los valles interandinos en Colombia y en el litoral Pacífico del Ecuador y Colombia. En los municipios occidentales del estado del Amazonas, principalmente en la región del Alto Solimões en Brasil, la cocona se encuentra en forma espontánea en los campos y parcelas de los nativos . En Perú y Colombia, es abundante (Villachica, 1996). En la selva peruana se cultiva en pequeña escala en los departamentos de Loreto, San Martín, Ucayali, Huánuco, Junín, Pasco, Ayacucho, Madre de Dios y Amazonas (Flores, 1997).

2.1.3. Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica de cocona (León, 1987) se presenta en el Cuadro N° 1:

Cuadro N° 1: Clasificación Taxonómica

REINO	VEGETAL
División	Espermatofita
Sub-división	Angiospermas
Clase	Dicotiledónea
Sub-clase	Simpétala
Orden	Tubiflora
Familia	Solanácea
Género	Solanum
Especie	<i>Solanum sessiflorum</i> Dunal
Nombre Común	Cocona, topiro (Español) Cubiu (Portugues) Peachtomato (Ingles)

2.1.4. Factores de producción

2.1.4.1. Clima

Crece en zonas con temperaturas medias entre 18°C y 30°C, sin presencia de heladas y con precipitación pluvial distribuida entre 1500 y 4500 milímetros anuales.

La cocona se cultiva en altitudes que varían desde el nivel del mar hasta 1.500 m.s.n.m (Silva et al., 1997).

2.1.4.2. Suelo

La cocona no soporta suelos encharcados que favorecen el desarrollo de hongos que atacan a la raíz.

La cocona prospera bien en suelos francos, bien drenados ricos en materia orgánica y con un pH cercano a 6.

Si bien puede dar en suelos pesados o arenosos, éstos no son los ideales. Necesita por lo menos 50 a 60 cm. libres de agua empozada y con un buen drenaje.

Dada la susceptibilidad de estas especies a los problemas de pudriciones de la raíz, se recomienda hacer la plantación en suelos donde no haya habido solanáceas o después de algunas rotaciones que minimicen este problema (Duarte et al., 2000)

2.1.5. Morfología

2.1.5.1. Planta

La cocona es una planta arbustiva de 1 a 2 metros de altura, erecto, ramificado que puede vivir hasta 3 años en condiciones muy favorables.

Las raíces laterales de las plantas pueden extenderse hasta 1.4 metros del tronco (Pahlen, 1997).

2.1.5.2. Tallo

El tallo es grueso, erecto, semileñoso, cilíndrico, cubierto de una pubescencia café claro (Erazo, 1996)

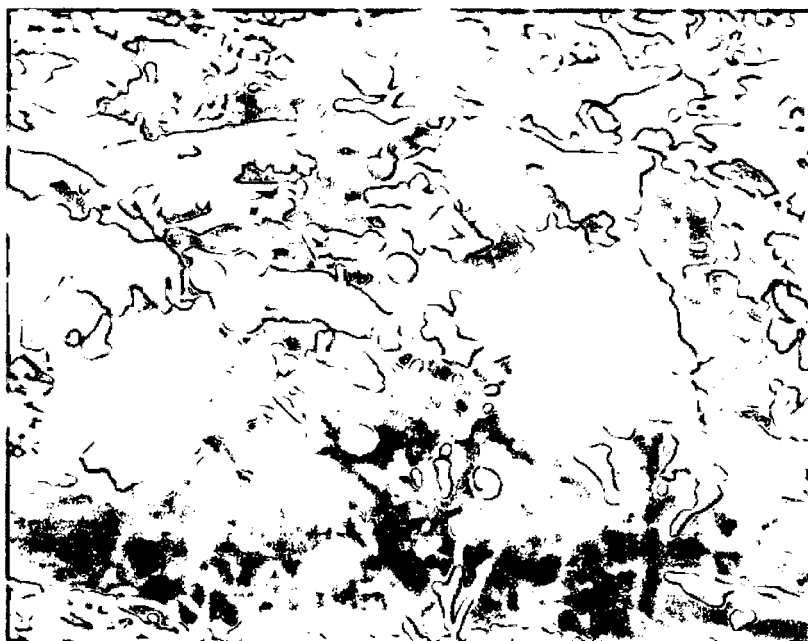


Figura N° 1: Plantas de cocona

Fuente: Pahlen (1997).

2.1.5.3. Hoja

Estas son simples, alternas, con estípulas en forma de espiral, en grupos de tres, margen lobada – dentada, base asimétrica y ápice agudo (Paytan, 1997).

Las hojas son ovaladas en todos los ecotipos sin excepción pubescente, de color verde oscuro en el haz y verde claro en el envés (Carbajal et al., 1998).

Los bordes de las hojas son lobulados, triangulares e irregulares (Carbajal et al., 1996) (Ver Fig. N° 2).



Figura N° 2: Planta de Cocona.

Fuente: Elaboración propia.

2.1.5.4. Flores

Las flores son completas y perfectas, presentan una inflorescencia cimosa de pedúnculo corto con 5 a 9 flores con una posición subaxilar, pétalo verde claro y un color de sépalo verde oscuro, característica de todos los ecotipos.

La polinización es alógama en un gran porcentaje por acción del viento, insectos y agua (Barrera et al., 1999).

En una misma inflorescencia se encuentran flores hermafroditas y estaminadas (Fernández, 1988) (Ver Fig. N° 3).



Figura N° 3: Flor de una planta de cocona

Fuente: Elaboración propia.

2.1.5.5. Frutos

El fruto varía desde casi esférico, amarañado, cilíndrico, redondeado, cónico u ovoide hasta ovalado, con 4 a 12 cm de ancho, 3 a 7 cm de largo y 24 a 250 g de peso.

El color del fruto puede ser desde amarillo hasta rojizo; los frutos de color amarillo normalmente están cubiertos de pubescencia blancuzca, fina y suelta, dicha pubescencia es mucho menos notoria en el ecotipo de color rojizo (Carbajal et al., 1998) (Ver Fig. N° 4).

La cocona es muy variable en cuanto a tamaño, forma, peso, contenido químico, etc. (Silva et al., 1998).

Los frutos de forma cilíndrica tienen, en general, 4 lóculos y los cordiformes, redondos y aplanados de 6 a 8, aunque puede haber variación en el número de lóculos en frutos de una misma planta.

El fruto es verde cuando no está maduro, amarillo-anaranjado cuando está maduro y finalmente café - rojizo cuando ya no es apto para el consumo humano (Andrade et al., 1997).

La cáscara es suave y rodea la pulpa o mesocarpio grueso, amarillo y acuoso. Las cuatro celdas que lo componen están llenas de semillas envueltas en mucílago claro, similares a las del tomate.

El fruto posee una fragancia y sabor especial (ligeramente ácido, sin dulce) (Villachica, 1996).

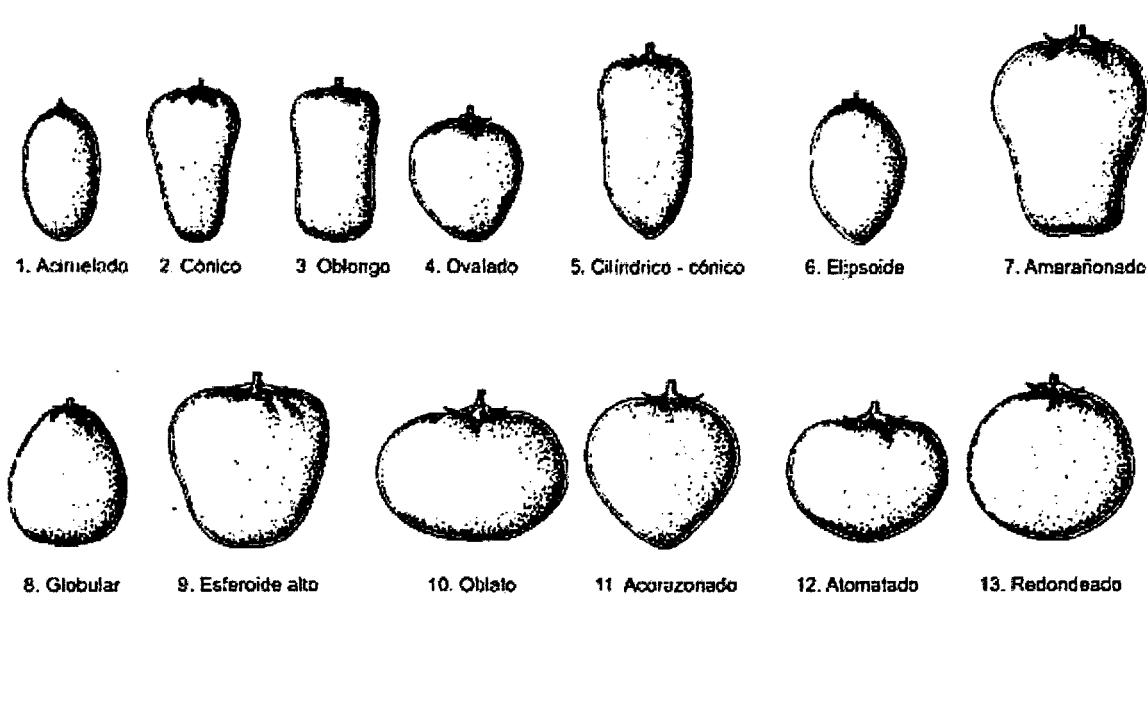


Figura N° 4: Forma de los frutos de Cocona

Fuente: Carbajal et al. (1998).

El epicarpio es una capa delgada lisa, suave y cubierta, según variedad, por pubescencia fina purulenta, que presenta coloraciones diferentes a la madurez, con maduración uniforme y algunas veces pobre.

Las cavidades de las semillas presentan una forma irregular en algunos ecotipos mientras que en otros tiene forma regular y redonda (Carbajal et al., 1998).

La pulpa de la cocona se divide en dos partes claramente distinguibles: la placenta (epidermis de los lóculos, jugo y semillas) y pulpa adherida a la cáscara. El espesor de la pulpa adherida a la cáscara es directamente proporcional al tamaño del fruto (Silva et al., 1990).

Por eso, es factible la selección de frutos pequeños con pulpa menos espesa para producción de jugo (mayor proporción de placenta) y frutos grandes con pulpa más espesa para utilizarlos en las industrias de dulces y compotas (mayor proporción de pulpa adherida a la cáscara).

La placenta es más sabrosa que la pulpa adherida a la cáscara y no oxida por un período de hasta 72 horas en forma de jugo, mientras la pulpa adherida a la cáscara oxida rápidamente (Silva et al., 1994) (Ver Fig. N° 5).

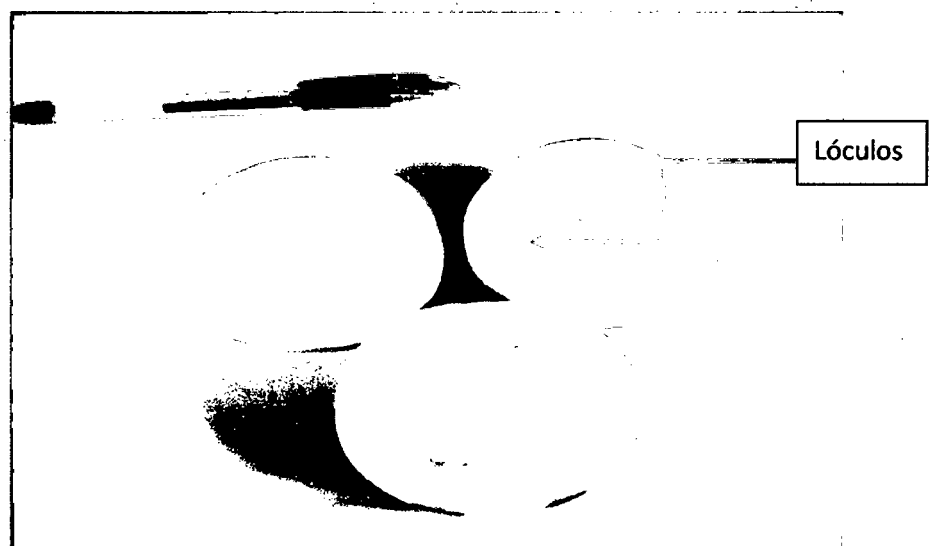


Figura N° 5: Corte longitudinal de frutos de cocona.

Fuente: Elaboración propia.

2.1.5.6. Semillas

Las semillas son numerosas, de tamaño pequeño, de forma redonda, globular, reniforme, oblata, se encuentra envuelta en un mucílago transparente, de sabor ácido y aromas agradables, agrupados de la misma forma que el tomate (Silva et al., 1999) (Ver Fig. N° 6).

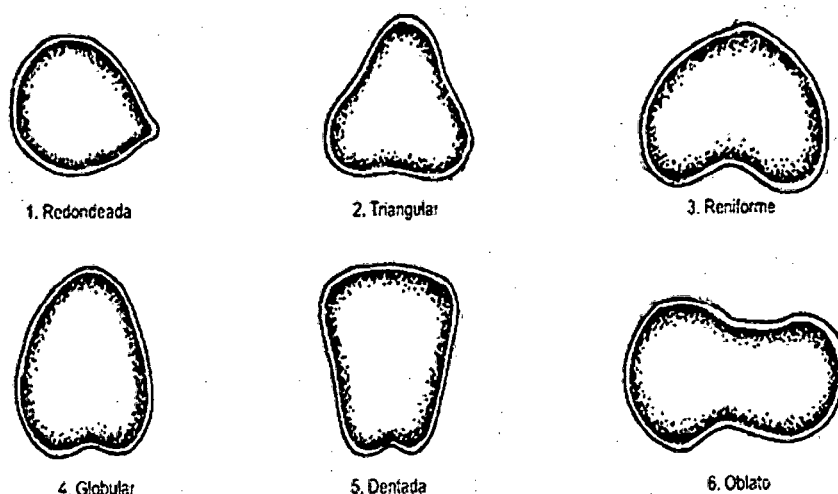


Figura N° 6: Formas de semillas de ecotipos de cocona

Fuente: Carbajal et al. (1996).

2.1.6. Siembra y Crecimiento

Luego de lavar, secar y seleccionar las semillas se procede al sembrado mediante un almácigo por espacio de 45 días. La cocona se produce entre 5 a 6 meses después del trasplante y se prolonga hasta los 9 meses que decae su producción; sin embargo el aprovechamiento para los agricultores se debe hacer hasta los 12 meses y renovar anualmente el cultivo (Carbajal et al., 1998).

2.1.7. Indicadores de madurez

Los indicadores de madurez del fruto de cocona más importantes son los parámetros de crecimiento longitud y diámetro, los cambios de color del fruto, que cambia a naranja casi en la totalidad de su superficie, La firmeza del fruto que oscila entre 9 -10 libras/pulg² y la relación de madurez (Índice de Madurez: °Brix/%acidez) cercano a 11 (Fajardo et al., 1998)

En la Figura N° 7, se presenta los frutos de cocona maduros.

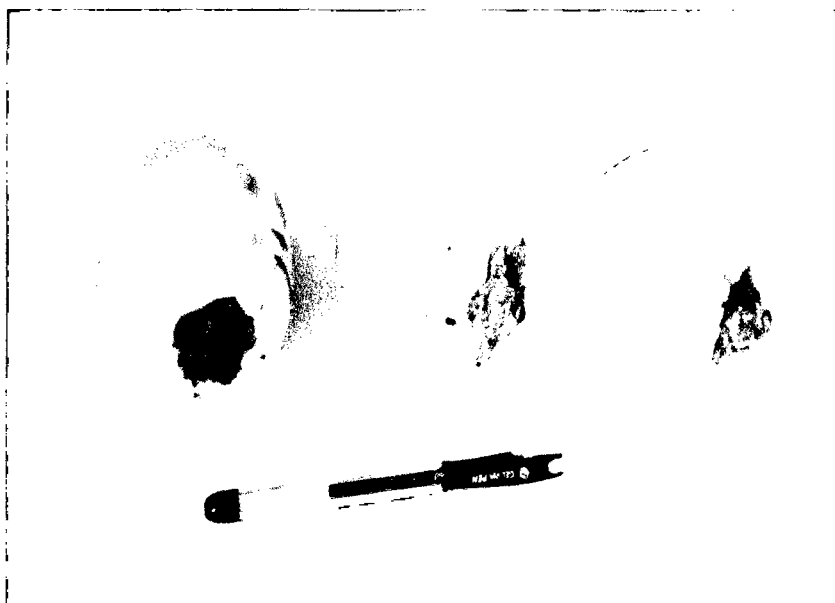


Figura N° 7: Frutos de Cocona Maduros (Ecotipo I).

Fuente: Elaboración propia.

2.1.8. Tamaño de Frutos

El tamaño de los frutos de cocona varía de acuerdo a los ecotipos de los cuales los más comunes son:

- a) Ecotipo I :** De frutos pequeños (con pesos de entre 36 y 45 gramos).
- b) Ecotipo II :** De frutos medianos (con pesos de entre 69 y 84 gramos).
- c) Ecotipo III:** De frutos grandes llamado Cocona Gigante (con pesos de entre 250 y 335 gramos).

En el Cuadro N° 2, se presentan las características de los Ecotipo I, II y III.

Cuadro N° 2: Características de los Ecotipos I, II y III.

Parámetro	Ecotipo I	Ecotipo II	Ecotipo III
Longitud (cm.)	4.19	7.48	7.62
Diámetro (cm.)	4.37	4.55	8.96
Peso (g.)	40.8	76.5	256

Fuente: Bohórquez et al. (2001).

2.1.9. Usos

2.1.9.1. Usos Alimenticios

La pulpa y el mucílago de las semillas del fruto maduro, son comestibles; se utilizan en la preparación de jugos, refrescos, helados, caramelos, jarabes, compotas, ensaladas y en encurtidos (Silva et al., 1994).

Los frutos también pueden ser consumidos en forma de salsa para acompañar diferentes platos típicos como los conocidos asados, los juanes, anticuchos, tacachos, ninajuane, etc, habiendo actualmente incursionado en la cocina gourmet.

La cocona destaca como frutal susceptible, es usado con ventaja en la transformación industrial ya sea como néctar, mermelada, licores, jaleas, jugos, alcoholes o aguardiente por maceración, otras variantes sola o combinada con otros frutales tradicionales exóticos (Espinoza, 1990)

2.1.9.2. Usos Medicinales

La cocona es valorizada por las poblaciones tradicionales, por su capacidad de sanar enfermedades de la piel (Salick, 1987).

Las hojas maceradas son utilizadas por los nativos de la selva peruana y brasileños para evitar la formación de ampollas en la piel, en caso de quemaduras provocadas por fuego o agua hirviendo (Silva et al., 1994).

El jugo de la cavidad locular de los frutos se utiliza para calmar la picazón de la piel (Silva et al., 1994).

El jugo puro es utilizado por las poblaciones tradicionales de la selva brasileña, peruana y colombiana para controlar colesterol, diabetes, exceso de ácido úrico y otras enfermedades causadas por el mal funcionamiento de los riñones y del hígado (Salick, 1987).

La cocona es recomendada en la dieta de pacientes hipercolesterolémicos e hiperglicémicos. En medicina tradicional, se utiliza como antidiabético, antiofídico, escorbuto, escabificada, hipertensión, impétigo, mordeduras de serpiente, picadura de insectos y quemaduras (Yuyama et al., 1997).

2.1.9.3. Usos Cosméticos

Los nativos de la selva peruana utilizan el jugo puro de la cocona para dar brillo a los cabellos (Silva et al., 1997).

Probablemente algunas vitaminas y la pectina sean responsables de esta situación. Este uso requiere más investigación pues el mercado para productos cosméticos es enorme y creciente.

2.1.10. Composición Proximal

En el Cuadro N° 3, se presenta la composición química de la cocona (*S. sessiliflorum* Dunal) determinada por varios autores.

Puede verse que el contenido de humedad (agua) representada se encuentra entre el 89 al 93% del total de la fruta.

Cuadro N° 3: Composición química de la cocona (*S. sessiliflorum* Dunal) en 100 g de pulpa.

COMPONENTES				
	Villachica	Pahlen	Andrade	Yuyama
Humedad (g.)	89	91	93	90
Energía (kcal.)	41	33	31	45
Proteína (g.)	0.9	0.6	n.d.	0.9
Lípidos	n.d.	1.4	n.d.	1.9
Fibra (g.)	0.2	0.4	n.d.	1.6
Ceniza (g.)	0.7	0.9	n.d.	0.9
Azúcares Totales (%)	n.d.	n.d.	4.6	n.d.
Azúcares reductores (%)	n.d.	n.d.	3.9	1
Azúcares no reductores (%)	n.d.	n.d.	1.8	1
Sólidos solubles (°Brix)	n.d.	5.0	8.0	n.d.
Ácido Cítrico (%)	n.d.	n.d.	0.8	n.d.
Ácido Ascórbico (mg.)	4.5	n.d.	13.9	n.d.

Fuente: Andrade et al. (1997); Villachica (1996); Yuyama et al. (1997); Pahlen (1997); Yuyama et al. (1998) .

2.2. Procesos de transformación

El proceso de transformación comprende:

2.2.1. Escaldado (Tratamiento térmico)

El escaldado es un tratamiento térmico corto que se puede aplicar a frutas y vegetales con el fin de ablandar tejidos, disminuir la contaminación superficial e inactivar enzimas que puedan afectar características de color, olor, aroma y apariencia.

En el tratamiento térmico se mantiene las frutas a una temperatura que puede oscilar entre 70°C y 95°C por un tiempo entre 1 a 6 minutos.

Los medios que se utilizan para el escaldado son: el agua caliente y el vapor de agua.

2.2.1.1. Pardeamiento Enzimático

Las reacciones de pardeamiento son de ocurrencia en alimentos; por ejemplo, cuando el material alimenticio es sometido a procesamiento o daño mecánico. Este tipo de reacciones son importantes en términos de alteración de la apariencia, sabor y valor nutritivo del alimento.

El pardeamiento se considera deseable cuando su presencia realza la apariencia o el sabor de un producto, incrementando su aceptación por el consumidor. Sin embargo, en la mayoría de los casos, tales como frutas, vegetales, alimentos congelados y deshidratados, el pardeamiento es indeseable.

Según Cheftel (1998), se denomina “pardeamiento no enzimático” a la transformación enzimática en sus primeras etapas, de compuestos fenólicos en polímeros coloreados, frecuentemente pardos o negros.

El pardeamiento enzimático ocurre en muchas frutas y vegetales, tales como la papas, manzanas y bananos, cuando el tejido es dañado, cortado, pelado, enfermo o expuesto a cualquier condición anormal.

Braverman (1998), señala que el pardeamiento enzimático es un tipo de coloración muy rápida, requiere el contacto del tejido con el oxígeno, se cataliza por enzimas y ocurre solamente en tejidos vegetales, cuando éstos son alterados.

La enzima de esta reacción es conocida por varios nombres, tales como: polifenoloxidasas (PPO), tirosinasa, catecol oxidasas, catecolasa, cresolasa o fenolasa (0-difenol oxígeno oxigenoreductasa).

La polifenoloxidasas es una proteína que contiene cobre como grupo prostético, en donde el cobre es monovalente (0.2% de cobre).

2.2.2. Osmodeshidratación

La deshidratación osmótica es una operación que permite eliminar el agua contenida en un alimento al ponerlo en contacto directo con una disolución altamente concentrada (Zapata, 1998).

La deshidratación osmótica, consiste en sumergir los alimentos en soluciones hipertónicas con el objeto de producir dos efectos principales: Flujo de agua desde el producto hacia la solución hipertónica y flujo de solutos hacia el interior del alimento. En algunos casos se puede presentar la salida de solutos como los ácidos orgánicos. Este fenómeno, poco importante por el bajo flujo de sólidos perdidos, puede modificar sustancialmente algunas propiedades del fruto como sus características organolépticas (Genina, 2002).

El proceso empieza cuando el agua del producto (disolución más diluida) se difunde a través de las membranas celulares que son semipermeables, hacia el medio que las rodea (disolución más concentrada) con el fin de establecer el equilibrio.

Como la membrana es sólo parcialmente selectiva, también se produce, aunque en menor medida, cierta difusión del soluto de la disolución hacia el alimento (Panadés et al., 1996).

La deshidratación osmótica constituye un método sumamente importante en lo concerniente a la conservación de alimentos, ya que frena su degradación natural al privar a los microorganismos de la humedad que necesitan para su actividad.

Además retrasa las reacciones químicas de los alimentos y constituye una ventaja para el almacenamiento y transporte del alimento al ocasionar pérdidas de peso y frecuentemente disminución del volumen; mismo tiempo la posibilidad de utilizar los productos en un proceso posterior (Sanchez, 1985).

La Figura N° 8 representa un esquema de los fenómenos de transferencia de materia durante la deshidratación osmótica.

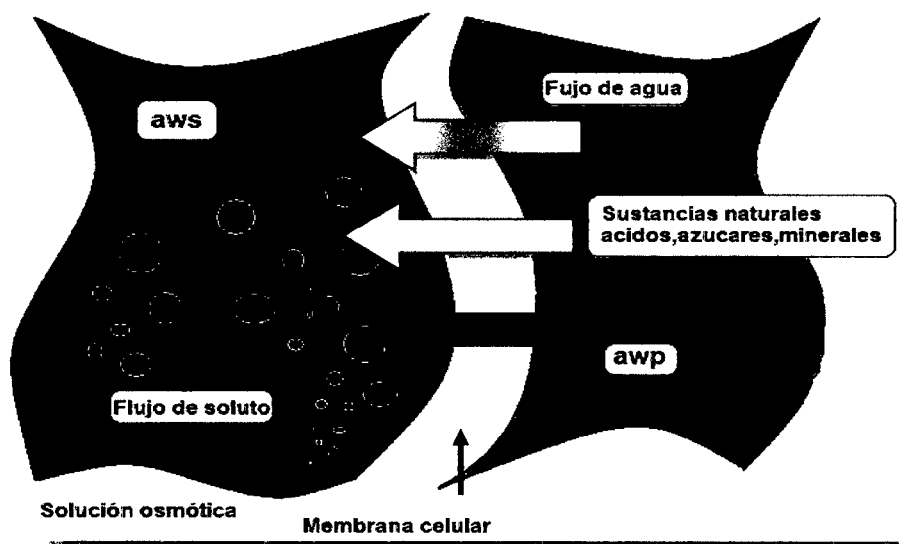


Figura N° 8: Transferencia de materia en la deshidratación osmótica.

Fuente: Barbosa et al. (2000)

La deshidratación osmótica es un método no térmico de deshidratación que permite obtener productos de humedad intermedia, de muy buena calidad organoléptica, se basa en la utilización de una solución de alta presión osmótica, que al entrar en contacto con un producto le extrae el agua, debido a que esta sale para tratar de solubilizar el soluto presente en la solución externa (Zapata et al., 1999).

Al sumergir una fruta que tiene alta aw en un medio de baja aw, de potencial químico exterior menor que el interior, se genera el flujo de agua, es decir la deshidratación osmótica.

Existen agentes depresores de la aw que permiten inhibir el crecimiento microbiano y eliminar sin cambio de fase, una parte importante de agua trabajando a temperaturas moderadas. Generalmente estos depresores son soluciones de azúcares, ya que tienen un sabor y naturaleza compatible con la fruta (Schwartz, 1993).

Los jugos en el interior de las células de la fruta están compuestos por sustancias disueltas en agua, como ácidos, pigmentos, azúcares, minerales, vitaminas, etc. Algunas de estas sustancias o compuestos de pequeño volumen, como el agua y ciertos ácidos, pueden salir con cierta facilidad a través de orificios que presentan la membrana o pared celular, favorecidos por la presión osmótica que ejerce el jarabe de alta concentración donde se ha sumergido la fruta.

La presión osmótica presente será mayor en la medida que sea mayor la diferencia de concentraciones entre el jarabe y el interior de los trozos de la fruta. El efecto de esta diferencia se ve reflejado en la rapidez con que es extraída el agua de la fruta hacia el jarabe. El valor de esta diferencia en el ejemplo anterior permite que los trozos de fruta pierdan cerca del 40% del peso durante cerca de 4 horas de inmersión.

La pulpa entera con cáscara al ser sumergida en el jarabe sufrirá una deshidratación más lenta que una fruta sin cáscara (Camacho, 2002).

2.2.2.1. Agentes Osmóticos

Generalmente los solutos mayormente empleados en los procesos de deshidratación osmótica son el cloruro de sodio, la sacarosa, lactosa, jarabe de maíz con alto contenido en fructuosa y glicerol (Barbosa et al., 2000).

Dentro de ciertos límites, por ejemplo utilizando soluciones de sacarosa y sal como soluciones osmóticas se puede incrementar el nivel de deshidratación y disminuir la impregnación de sal en un proceso de deshidratación osmótica realizado en dos etapas. Se ha observado que la inclusión de azúcares protege la pigmentación de los vegetales por lo que su aplicación podría eliminar la necesidad de inactivar enzimas, proceso comunmente aplicado para eliminar los problemas de oscurecimiento de vegetales y frutas (Genina, 2002).

La Figura N° 9 representa el equilibrio entre el contenido de agua y azúcares durante la deshidratación osmótica.

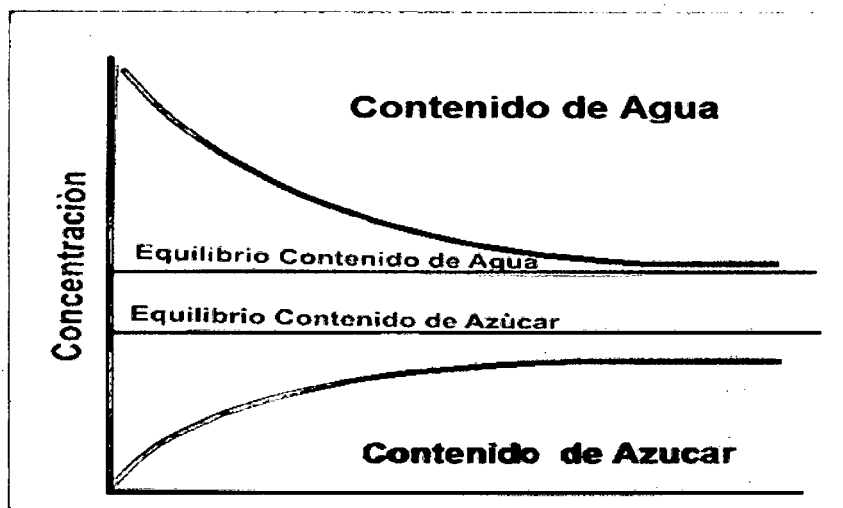


Figura N° 9: Equilibrio de Agua y azúcar durante la deshidratación osmótica.

Fuente: Barbosa et al. (2000).

a.-

Sacarosa

La sacarosa o azúcar común es un disacárido formado por alfa-glucopiranososa y beta-fructofuranosa. Su nombre químico es: alfa-D-Glucopiranosil - (1→2) - beta-D-Fructofuranósido.² y se presenta en la Figura 10. Su fórmula química es: $(C_{12}H_{22}O_{11})$.

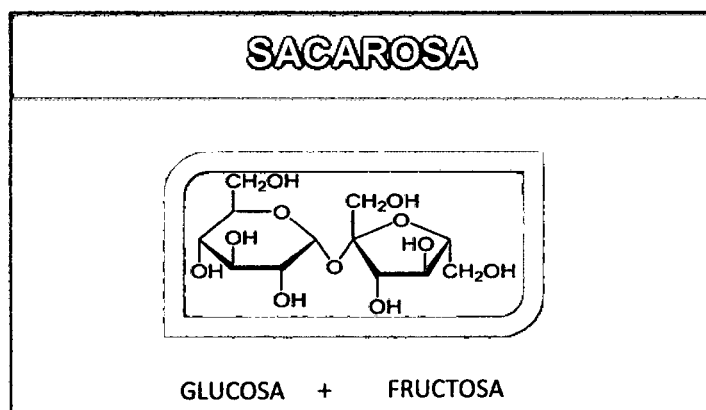


Figura N° 10: Estructura Molecular de la Sacarosa

Fuente: Teijón et al. (2000)

Es un disacárido que no tiene poder reductor sobre el reactivo de Fehling y el reactivo de Tollens. El azúcar de mesa es el edulcorante más utilizado para endulzar los alimentos y suele ser sacarosa. En la naturaleza se encuentra en un 20% del peso en la caña de azúcar y en un 15% del peso de la remolacha azucarera, de la que se obtiene el azúcar de mesa. La miel también es un fluido que contiene gran cantidad de sacarosa parcialmente hidrolizada.

2.2.3. Secado

El principio de secado es el de disminuir la disponibilidad de agua para las reacciones enzimáticas y de crecimiento microbiano mediante la eliminación de agua libre de los productos alimenticios. Otro de los objetivos del proceso de secado es la reducción de volumen y el peso global en la elaboración de alimentos útiles (Palou et al., 1993).

El secado significa la remoción de cantidades de agua de un cierto material. El término secado se refiere a la eliminación de líquidos orgánicos (Geankoplis, 1998). Los datos que se obtienen de un experimento de secado por lotes generalmente se expresan como peso total de sólidos húmedos a diferentes tiempos de “t” horas en el período de secado. La velocidad de secado se calcula de la siguiente manera:

$$R = \frac{-Ls}{A} * \frac{\Delta X}{\Delta t} \dots\dots\dots(\text{Ecuación 1})$$

Ls : Kg. de sólido seco.

A : Área en m².

R : velocidad de secado.

ΔX : Variación de humedad.

Δt : Variación de tiempo.

Fuente: Barbosa et al. (2000).

2.2.3.1. Secado por aire caliente

Los productos alimenticios pueden ser secados en aire, vapor sobrecalentado, en vacío, en gas inerte y por la aplicación directa de calor.

Por lo general se usa el aire como medio secador por su abundancia y su conveniencia, por lo que puede ser controlado sobre el calentamiento del alimento. El aire es usado para conducir el calor al alimento y el vapor húmedo liberado del alimento.

El secado puede efectuarse gradualmente y las tendencias a tostarse y decolorarse se encuentran dentro del control (Desroisier, 1990).

El calor se aporta al alimento por convección al ponerse este en contacto con una corriente de aire caliente (Brennan et al., 1998).

a.- Secadores de cabina, bandejas o compartimiento

Consiste en una cabina aislada provista interiormente de un ventilador para recircular el aire a través de un calentador. El aire es dirigido a través de las bandejas perforadas cargadas de alimento. Los secadores de cabina resultan relativamente baratos de construcción y de mantenimiento y son muy flexibles. Se utilizan individualmente y en grupos de unidades para desecar principalmente frutas y verduras (Brennan et al., 1998).

El secado por aire caliente involucra dos procesos fundamentales: transferencia de calor para evaporar el líquido del alimento y transferencia de masa como humedad interna y líquido evaporado. La masa es transferida como líquido y vapor dentro del sólido y como vapor desde la superficie húmeda (Brennan et al., 1998).

a.1.- Transferencia de materia y calor

Cuando se seca un sólido se producen dos procesos fundamentales y simultáneos:

a.1.1. Transmisión del calor para evaporar el líquido

La transferencia de calor ocurre desde el aire hacia el alimento ya que la temperatura del alimento es inferior a la del aire (Tecante, 2005).

a.1.2. Transferencia de masa

El mayor contenido de humedad en el alimento hace que la presión parcial de agua en él sea mayor que en el aire teniendo como resultado la transferencia de masa desde el alimento hacia el aire.

Conforme el alimento pierde humedad se establecen en su interior diferencias de concentración, teniendo como resultado la transferencia de humedad hacia su superficie (Tecante, 2005).

2.2.3.2. Pruebas de Secado

La determinación experimental de la velocidad de secado se basa en un principio que es la “medida del cambio del contenido de humedad durante el secado. El material a secar es introducido en una bandeja y expuesto a una corriente de aire. La bandeja se coloca en una balanza que se encuentra en un conducto de aire caliente.

En la figura N°11 se presenta un modelo de Secador por flujo de aire caliente.

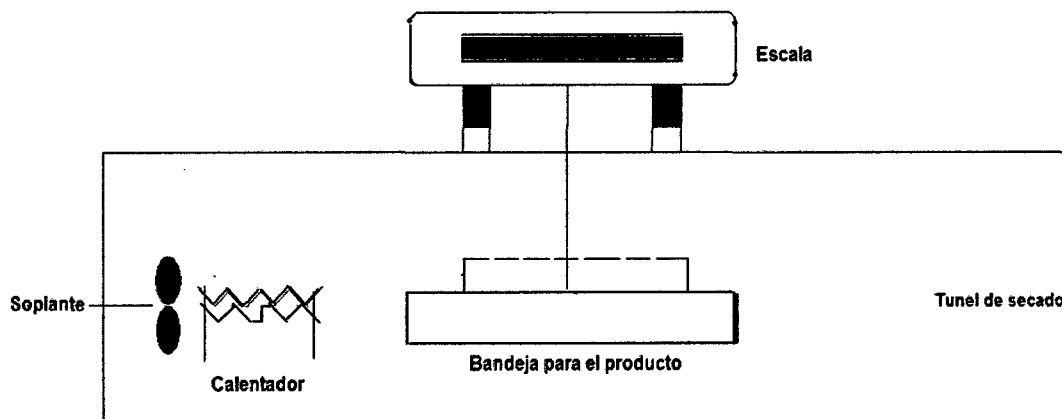


Figura N° 11: Secador por flujo de aire caliente

Fuente: Barbosa et al. (2000).

2.2.3.3. Actividad de agua (aw)

La actividad de agua se define como la cantidad de agua libre en el alimento, es decir, el agua disponible para el crecimiento de microorganismos y para

que se puedan llevar a cabo diferentes reacciones químicas. Tiene un valor máximo de 1 y un mínimo de 0. Cuanto menor sea este valor, mejor se conservará el producto (Gimferrer, 2008).

Si el componente principal es agua, tenemos la siguiente relación:

$$a_w = \frac{P_w}{P_w^0} \dots\dots\dots \text{(Ecuación 2)}$$

Donde:

a_w =Actividad de agua

P_w = Presión de vapor de agua en equilibrio con el alimento.

P_w^0 = Presión de vapor del agua pura a la misma temperatura.

Fuente: Gahona (2000).

La actividad del agua es la humedad relativa (HR) de equilibrio dividida por 100. La humedad de equilibrio es el límite inferior del gradiente para la eliminación de agua del producto. La condición de equilibrio es uno de los parámetros más importantes en la deshidratación de alimentos. (Shing et al., 1998).

$$HR = a_w * 100 \dots\dots\dots \text{(Ecuación 3)}$$

En un substrato cuando un microorganismo se encuentra con una actividad de agua menor que la que necesita, su crecimiento se detiene.

Esta detención del crecimiento no suele llevar asociada la muerte del microorganismo, sino que éste se mantiene en condiciones de resistencia durante un tiempo más o menos largo. En el caso de las esporas, la fase de resistencia puede ser considerada prácticamente ilimitada.

La gran mayoría de los microorganismos requiere unos valores de actividad de agua muy altos para poder crecer. De hecho, los valores mínimos de actividad para diferentes tipos de microorganismos son las siguientes:

$a_w > 0.90$, Bacterias

$a_w > 0.85$, *Levaduras*

$a_w > 0.80$, *Hongos filamentosos*

Como puede verse los hongos filamentosos son capaces de crecer en substratos con una actividad de agua mucho menor a la del crecimiento de bacterias y levaduras. Por lo que se puede producir el deterioro de alimentos de baja actividad de agua, por ejemplo, quesos o almíbares por mohos, hongos filamentosos y no por bacterias. La reducción de actividad de agua para limitar el crecimiento bacteriano tiene importancia aplicada en la industria alimentaria. La utilización de almíbares, salmueras y salazones reduce la actividad de agua del alimento, todo esto se da para evitar su deterioro bacteriano (Aqualab, 2006).

La aw de un alimento se puede reducir aumentando la concentración de solutos en la fase acuosa de los alimentos mediante la extracción del agua o mediante la adición de solutos. Algunas moléculas del agua se orientan en torno a las moléculas del soluto y otras quedan absorbidas por los componentes insolubles de los alimentos. En ambos casos el agua queda en una forma menos reactiva. Los alimentos de humedad intermedia como las frutas secas, la harina, los cereales, las confituras y mermeladas tienen una aw entre 0.85 y 0.60 (Lima, 1999).

a.- Variación de la Actividad de Agua

En el proceso de secado se pretende disminuir la humedad del producto a valores por debajo de 10% para no permitir el crecimiento de bacterias y hongos y retrasar lo más posible el desarrollo de ácaros e insectos en el producto (Barbosa et al., 2000).

2.2.3.4. Difusión de humedad

El agua es eliminada de los alimentos mediante difusión, líquida o de vapor, desde su estructura interna. (Shing et al., 1998). A partir de la transferencia de calor hacia un sólido húmedo, un gradiente de temperatura se desarrolla dentro del sólido mientras la evaporación de la humedad ocurre en la superficie. La evaporación produce una migración de la humedad desde adentro del sólido hacia la superficie, la cual ocurre a través de la difusión (Martinez, 2008).

2.2.3.5. Velocidad de secado

La velocidad de secado de una muestra puede determinarse colocándola en un secador de bandeja donde circula una corriente de aire caliente, luego el peso de la muestra seca puede medirse en función del tiempo. El proceso de secado de un material puede describirse por una serie de etapas en las que la velocidad de secado juega un papel determinante.

a.- Período de Estabilización

La Figura N° 12, muestra una típica curva de velocidad de secado, en la que los puntos A y A' representan el inicio de secado para un material frío y caliente, respectivamente. El punto B representa la condición de temperatura de equilibrio de la superficie del producto. El tiempo transcurrido para pasar de A ó A' a B suele ser bajo y a menudo se desprecia en los cálculos de tiempo de secado.

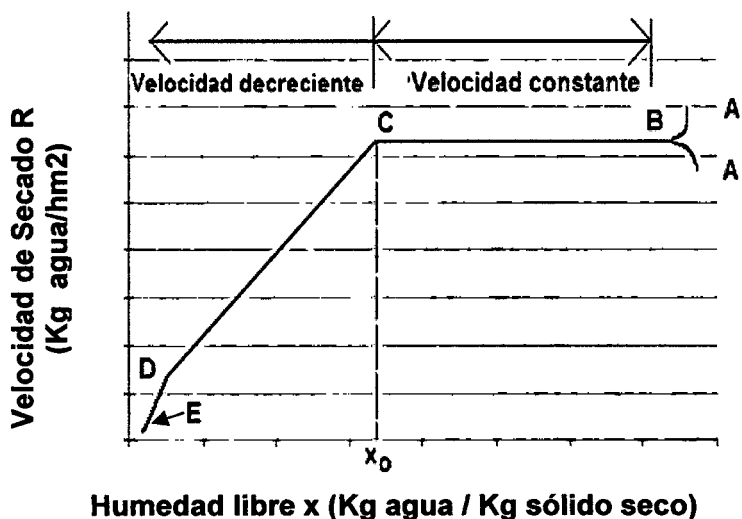


Figura N° 12: Curva de velocidad de secado

Fuente: Geankoplis (1998).

b.- Período de velocidad constante

El tramo de la curva B – C es conocido como período de velocidad constante de secado y está asociado a la eliminación de agua no ligada del producto, en el que el agua se comporta como si el sólido no estuviese presente. Al inicio la superficie del producto se encuentra muy húmeda, presentando una actividad de agua cercana a la unidad.

En los sólidos porosos el agua eliminada en la superficie es compensada por el flujo de agua desde el interior del sólido. El período de velocidad constante continúa mientras que el agua evaporada en la superficie puede ser compensada por el flujo de agua desde el interior del sólido. La temperatura en la superficie corresponde aproximadamente a la del bulbo húmedo (Geankoplis, 1998).

c.- Período de velocidad decreciente

El punto C de la Figura N° 12 representa el inicio del periodo de velocidad decreciente. En este punto no hay suficiente agua en la superficie para mantener el valor uno de actividad de agua. El periodo de velocidad decreciente se puede dividir en dos etapas.

c.1.- Primera etapa

Se da cuando los puntos húmedos en la superficie disminuyen continuamente hasta que la superficie está seca completamente (punto D).

c.2.- Segunda etapa

La segunda etapa del periodo de velocidad de secado decreciente se inicia en el punto D, cuando la superficie está completamente seca y el plano de evaporación se traslada al interior del sólido. El calor requerido para eliminar la humedad es transferido a través del sólido hasta la superficie de evaporación y el vapor de agua producido se mueve a través del sólido en la corriente de aire que va hacia la superficie. A veces no existen diferencias remarcables entre el primer y segundo período de velocidad decreciente. La cantidad de agua eliminada en este período puede ser baja, mientras que el tiempo requerido puede ser elevado, ya que la velocidad de secado es baja. (Geankoplis, 1998).

En general la velocidad de secado se determina por condiciones externas de temperatura, humedad y velocidad de aire. El periodo de velocidad decreciente se da cuando la velocidad de secado ya no se mantiene constante y empieza a disminuir, la actividad de agua en la superficie se

hace menor que la unidad .En este caso, la velocidad de secado está gobernada por el flujo interno del agua y vapor (Chen et al., 1969).

2.2.3.6. Contenido de humedad

El contenido de humedad del producto se define como la relación entre la cantidad de agua en el alimento y la cantidad de sólidos secos y se expresa como:

$$X_t = (W_t - F_s) / F_s \dots\dots\dots(\text{Ecuación 4})$$

Donde:

W_t = peso total de material en un tiempo determinado,

F_s = peso de los sólidos secos,

X_t = humedad expresada como “peso de agua/ peso de sólido seco”.

En los procesos de secado una variable muy importante es el contenido de **Humedad Libre X**. El contenido de humedad libre se puede evaluar si se considera el contenido de humedad de equilibrio:

$$X = X_t - X_{eq} \dots\dots\dots(\text{Ecuación 5})$$

En la que X_{eq} es el contenido de humedad cuando se alcanza el equilibrio. Una típica curva de secado se obtiene al representar este contenido de humedad libre X frente al tiempo de secado (Ver Fig. N°13)

La velocidad de secado R es proporcional al cambio del contenido de humedad en función del tiempo (t).

$$R = dx/dt \dots\dots\dots(\text{Ecuación 6})$$

Considerando la curva presentada de la Figura N°12, los valores individuales de dx/dt en función del tiempo, se pueden obtener a partir de la tangente trazada en la curva de X frente a t .Sustituyendo la ecuación de

proporcionalidad en la ecuación 7 por F_s/A , la velocidad de secado se puede expresar como:

$$R = -(F_s/A) (dx/dt) \dots \dots \dots (\text{Ecuación 7})$$

Donde R es la velocidad de secado y A es el área de la superficie donde tiene lugar el secado. Al representar R frente a t se obtiene una curva similar a la que se obtiene en la Figura N° 12 (Geankoplis, 1998).

En la Figura N°13 se representa un típica curva de secado.

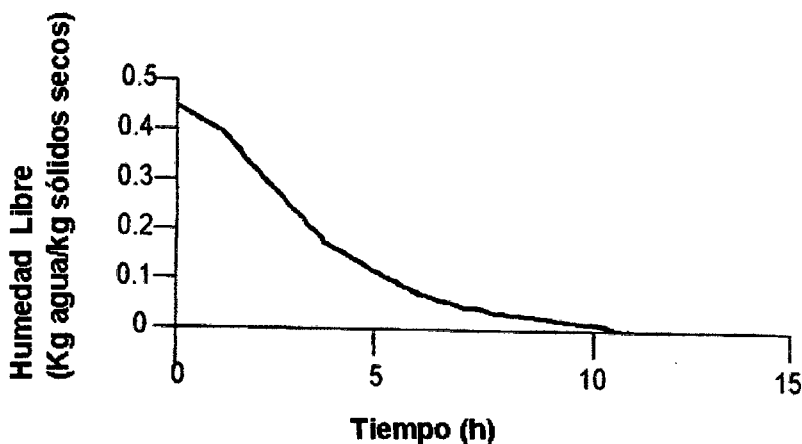


Figura N° 13: Contenido de humedad en función del tiempo de secado.

Fuente: Geankoplis (1998).

2.2.3.7. Modificación del Color

El color de los alimentos varía con el secado. El color dependerá de las circunstancias bajo las cuales es visto el alimento y de la capacidad de su superficie para reflejar, dispersar, absorber o transmitir la luz visible.

El secado cambia, las propiedades físicas y químicas del alimento, por lo tanto modifican su capacidad para reflejar, dispersar, absorber o transmitir la luz visible. Por otro lado el secado altera los colores naturales de los alimentos. Los carotenoides son pigmentos liposolubles presentes en los vegetales rojos y amarillos, estas alteraciones son mayor cuanto más alta es

la temperatura y el tratamiento de secado prolongado (Vanaclocha et al., 2003). Los equipos utilizados en la medición del color son los colorímetros y los refractómetros que emplean el diagrama CIE 1976 triestímulo cuyos valores son:

L^* = (-) luminosidad (+), a^* = eje verde(-) a rojo (+) y b^* = eje azul (-) a amarillo (+) (Konica, 2003).

2.2.3.8. Rehidratabilidad de los Alimentos

La rehidratación se puede considerar como una medida del daño en el alimento ocurrido durante la deshidratación, considerándose como un complejo proceso que ayuda a restaurar las propiedades del alimento fresco, anteriormente deshidratado con o sin pretratamientos al secado (Hogekamp et al., 2003).

La rehidratación no es el proceso inverso a la deshidratación, ya que ambos fenómenos tienen diferentes mecanismos de transferencia de materia y dependen de factores distintos. Las operaciones previas a la deshidratación, llamadas pretratamientos, tienen marcada influencia sobre las características y la composición del producto finalmente rehidratado. Aquellos pretratamientos que contribuyen a mantener la integridad de los tejidos permiten evitar mayores pérdidas de sólidos solubles hacia el medio de rehidratación (Lewiki, 1998).

Los alimentos deshidratados deben en lo posible rehidratarse lo más rápido posible y mostrar las mismas características estructurales y químicas del alimento fresco, como también sus propiedades nutricionales y sensoriales (Vega, 2003).

En el fenómeno de la rehidratación existen tres procesos simultáneos: a) la absorción de agua dentro del material deshidratado, b) la lixiviación de solutos y c) el hinchamiento del material (Lewiki, 1998).

2.3. Análisis sensorial

El análisis sensorial es un auxiliar de suma importancia para el control y mejora de la calidad de los alimentos ya que a diferencia del análisis físico-químico o microbiológico, que solo dan una información parcial acerca de alguna de sus propiedades, permite hacerse una idea global del producto de forma rápida, informando llegado el caso, de un aspecto de importancia capital: su grado de aceptación o rechazo (Coste, 2007).

2.3.1. Superficie de respuesta

La Metodología de Superficie de Respuesta (RSM) es un conjunto de técnicas matemáticas utilizadas en el tratamiento de problemas en los que una respuesta de interés está influida por varios factores de carácter cuantitativo. El propósito inicial de estas técnicas es diseñar un experimento que proporcione valores razonables de la variable respuesta y, a continuación, determinar el modelo matemático que mejor se ajusta a los datos obtenidos. El objetivo final es establecer los valores de los factores que optimizan el valor de la variable de respuesta (Fernandez et al., 2006).

Asumiendo que la respuesta de la superficie puede ser modelada por

$$Y=f(x_1,...,x_n)+\varepsilon(Ecuación 8)$$

El valor esperado de la respuesta es:

$$E[Y]=f(x_1,...,x_n).....(Ecuación 9)$$

Esta es llamada la superficie de respuesta.

Fuente: Reyes (2008).

2.4. Envases para productos deshidratados

El envase para un producto deshidratado tiene que ser hermético para evitar la rehidratación del producto seco por la humedad ambiental y se elige de

acuerdo a las necesidades de comercialización, de almacenamiento o del consumo propio.

2.4.1 Características del envase adecuado

Un envase que contenga al producto deshidratado debe tener las siguientes características:

- ✓ Barrera contra humedad.
- ✓ Rigidez.
- ✓ Sellado.

2.4.2. Tipos de envases

2.4.2.1. Polietileno (PE)

- ✓ Permeable al O₂ y baja resistencia a grasas Su combustión genera agua y al CO₂.
- ✓ Buena protección contra la humedad y el agua. Conserva su flexibilidad a T° muy bajas (- 50°C).
- ✓ Cuando la extrusión es a T° muy alta genera olores desagradables.
- ✓ También es extruido como revestimiento de papeles y cartones.
- ✓ Usos: Bolsas de todo tipo, botellas, frascos, tubos flexibles, cajas, jaulas, Barriles.

En el Cuadro N° 4 se presentan las características del Polietileno en sus densidades más representativas.

Cuadro N° 4: Características del Polietileno (PEBD, PEMD, PEAD)

Tipo de PE	Humedad Índice de transmisión (*)	Transmisión de Gases (**)		Resistencia a la Ruptura
		O2	CO2	
PEBD	1.4	500	1350	1700
PEMD	0.6	225	500	2500
PEAD	0.3	125	350	4000

Unidades:

(*) = g/ 100 pulgadas cuadradas / 24h /1 mil

(**) = cc/ 100 pulgadas cuadradas / 24h /1 mil

(***) = lb/ pulgada cuadrada / 1 mil

Fuente: Mincetur (2010)

2.4.2.2. Polipropileno

- ✓ Más rígido que el PE, con mayor resistencia a la ruptura.
- ✓ T° de ablandamiento alcanza los 150°C, útil para esterilización de productos.
- ✓ Puede calentarse o hervirse junto con bocadoillos.
- ✓ Se utiliza en fabricación de cierres.
- ✓ Es perfectamente transparente e impermeable a la humedad y mayoría de aromas.
- ✓ Difícil de termosellar a menos que esté coextruido con PE.
- ✓ La aplicación más común es en sacos y costales tejidos (tipo rafia).

2.4.2.3. Celofan (celulosa regenerada)

- ✓ Producido de una pulpa química muy pura, de origen vegetal.
- ✓ Mezclada con solventes se le concede mayor consistencia
- ✓ Resistente al vapor de agua, termosellable, transparente, utilizado en la industria textil y de la confección por su transparencia y rigidez textil y de la confección por su transparencia y rigidez
- ✓ Se utiliza permanentemente en confitería.

2.4.2.4. Envases Multicapa

Desde adentro hacia fuera, las capas son las siguientes:

- ✓ **Primera Capa:** Polietileno.
Previene el contacto del producto envasado con las otras capas.
- ✓ **Segunda Capa:** Polietileno.
Optimiza la adhesión del aluminio.
- ✓ **Tercera Capa:** Aluminio.
Actúa como barrera contra la luz, oxígeno y olores externos.
- ✓ **Cuarta Capa:** Polietileno.
Permite la adhesión entre el cartón y la capa de aluminio.
- ✓ **Quinta Capa:** Cartón.
Le da forma, estabilidad y rigidez al envase y es además donde va impreso el diseño.
- ✓ **Sexta Capa:** Polietileno.

2.5. Desarrollo de nuevos envases

En el caso de empaques de alimentos secos, las resinas Dow puede ayudar a optimizar el diseño y el desempeño, ofreciendo óptima combinación de barrera contra humedad, rigidez y sellado. La variada oferta de resinas para empaques de alimentos secos incluye:

- ✓ Resinas de polietileno como las resinas Uldpe Attane™, las resinas Dowlex™ y las resinas Elite™, que ofrecen rigidez y sellado
- ✓ Elite™ 5960G

Su principal componente es el Polietileno de Alta Densidad (HDPE) recubierto con la resina Elite™ 5960G que juntos son una excelente barrera eficiente contra la humedad, es posible garantizar más calidad al producto y aumentar la vida de anaquel de determinados tipos de alimento, como cereales, bizcochos y galletas y frutos deshidratados (Dow, 1995).



III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

La etapa experimental del presente trabajo de investigación se llevó a cabo en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín ubicados en la Ciudad Universitaria, Distrito de Morales, Provincia de San Martín, Departamento de San Martín.

3.2. Materia prima

Los frutos de cocona (*S. sessiliflorum* Dunal) fueron obtenidos en el fundo de la Sra. Carmela Jara ubicada en el caserío El Progreso, en el km 30 de la carretera Tarapoto - Yurimaguas, Provincia de Lamas, Departamento de San Martín, con una altura de 608 m.s.n.m. Los frutos de cocona (*S. sessiliflorum* Dunal) se recolectaron en un estado maduro; con una tonalidad naranja marrón claro (Hernández et al., 2004). Se seleccionaron aquellos frutos con apariencia firme, color característico apretando ligeramente el fruto para comprobar la consistencia de la pulpa. Se escogieron los frutos de forma redonda, achatada en los polos y hundida en el punto de inserción del pedúnculo (Cavalcante, 1988), con un peso promedio de 250 gramos, los cuales pueden verse en la Figura N° 14.

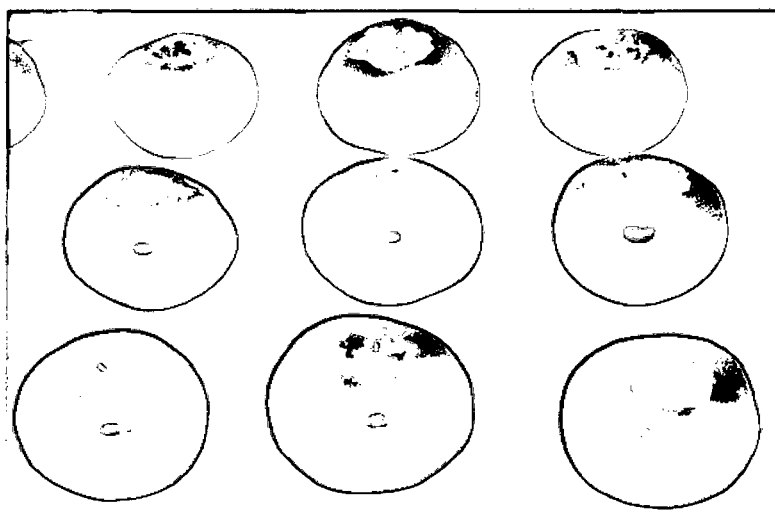


Figura N° 14: Frutos de Cocona Maduros (Ecotipo III).

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Equipos y Materiales de Laboratorio

3.3.1. Equipos

Secador por flujo de aire caliente (Figura N°15) equipado con:

- ✓ Termostato y lámpara piloto.
- ✓ Cuatro interruptores.
- ✓ Un transformador de 220 V a 12 V.
- ✓ Cuatro ventiladores de 12 V.
- ✓ Tres resistencias con un total de 2550 vatios.
- ✓ Estufas MEMMERT, Modelo 600, tipo V30, temperatura máxima de 220°C, 1400 W y 220 voltios.
- ✓ Mufla THERMOLYNE 1500 Furnace, temperatura máxima de 1200°C, 2240 W, 240 voltios, U.S.A.
- ✓ Balanza digital DENVER INSTRUMENT COMPANY, modelo AA - 2000 capacidad 210 g. exactitud 0.1 mg.
- ✓ Balanza digital DENVER INSTRUMENT COMPANY, modelo AA- 2000, capacidad 6100 g., exactitud 0.1 g., U.S.A.

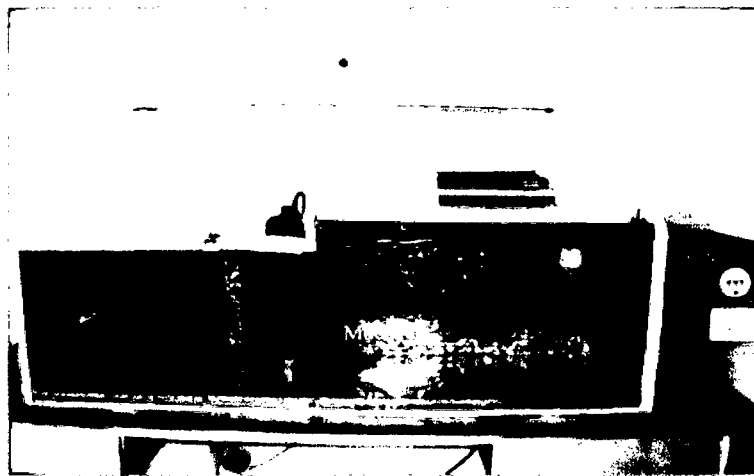


Figura N° 15: Equipo secador con flujo de aire caliente.

Fuente: Laboratorio de Ingeniería y diseño, UNSM., 2013.

- ✓ Cocina eléctrica FISHER, temperatura máxima de 600°C.
- ✓ Destilador micro Kjeldhal, marca Buchi.
- ✓ Digestor Buchi para proteínas, tipo B425, 1100 W, Suecia.
- ✓ Equipo extractor soxhlet.

- ✓ Equipo de titulación.
- ✓ Equipo de Baño María, "Mettler".
- ✓ Equipo medidor de aw, "Aqualab".
- ✓ Equipo Kjeldahl.
- ✓ Equipo Soxhlet.
- ✓ Colorímetro Digital, "Minolta."

3.3.2. Materiales

- ✓ Psicrómetros de bulbo húmedo y bulbo seco, temperatura máxima de 110°C.
- ✓ Placas Petri.
- ✓ Anemómetro.
- ✓ Materiales de Vidrio.
- ✓ Utensilios.
- ✓ Azúcar blanca refinada.
- ✓ Solución de sacarosa al 30%, 40% y 50% de concentración.
- ✓ Rejillas de 11 x 11 cm².
- ✓ Bolsas Ziploc.
- ✓ Crisoles
- ✓ Pizetas
- ✓ Papel Filtro
- ✓ Matraz
- ✓ Cronómetro
- ✓ Pie de Rey

3.3.3. Reactivos

- ✓ Hidróxido de sodio (NaOH)
- ✓ Ácido Sulfúrico (H₂SO₄)
- ✓ Ácido clorhídrico (HCl)
- ✓ Ácido bórico
- ✓ Éter de petróleo
- ✓ Cloruro de litio
- ✓ Acetato de Potasio

- ✓ Cloruro de Magnesio
- ✓ Cloruro de Sodio
- ✓ Cloruro de Bario
- ✓ Cloruro de Potasio
- ✓ Nitrato de Magnesio
- ✓ 3,5 dinitrosalicílico
- ✓ 2,6 diclorofenol
- ✓ Azul de Metileno
- ✓ Fenolftaleína

3.4. Metodología Experimental

Se utilizó un diseño experimental Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial de 3 x 3 con tres repeticiones.

Las interacciones fueron tres temperaturas de secado 40°C, 50°C, 60°C y soluciones de sacarosa de 30%, 40% y 50%. El total de tratamientos realizados en la experimentación fueron 9, incluyendo 3 repeticiones. Los datos fueron analizados mediante análisis de varianza a un nivel de significancia del 5% y una prueba de Tuckey

Cuadro N° 5: Diseño Experimental

TEMPERATURA (°C)	CONCENTRACIÓN DE SACAROSA (%)		
	30(-1)	40(0)	50(1)
40(-1)	(-1)(-1)	(-1)(0)	(-1)(1)
50(0)	(0)(-1)	(0)(0)	(0)(1)
60(1)	(1)(-1)	(1)(0)	(1)(1)

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó una evaluación sensorial con escala hedónica de 5 puntos con la finalidad de determinar el mejor tratamiento en el secado de trozos de cocona, utilizando el Diseño de Bloques Completos al Azar.

Panelistas no entrenados, potencialmente consumidores evaluaron los atributos de color, olor, sabor, textura en los nueve tratamientos.

Los atributos de evaluación sensorial fueron representados mediante las gráficas de superficie de respuesta (Fernandez et al., 2006) empleando el programa Statistica 5.0.

3.5. Flujograma de secado de trozos de cocona (*S. sessiliflorum* Dunal)

En la Figura N° 16 se presenta el flujograma de Secado de Trozos de Cocona (*S. sessiliflorum* Dunal) por aire caliente con pretratamiento de osmodeshidratación.

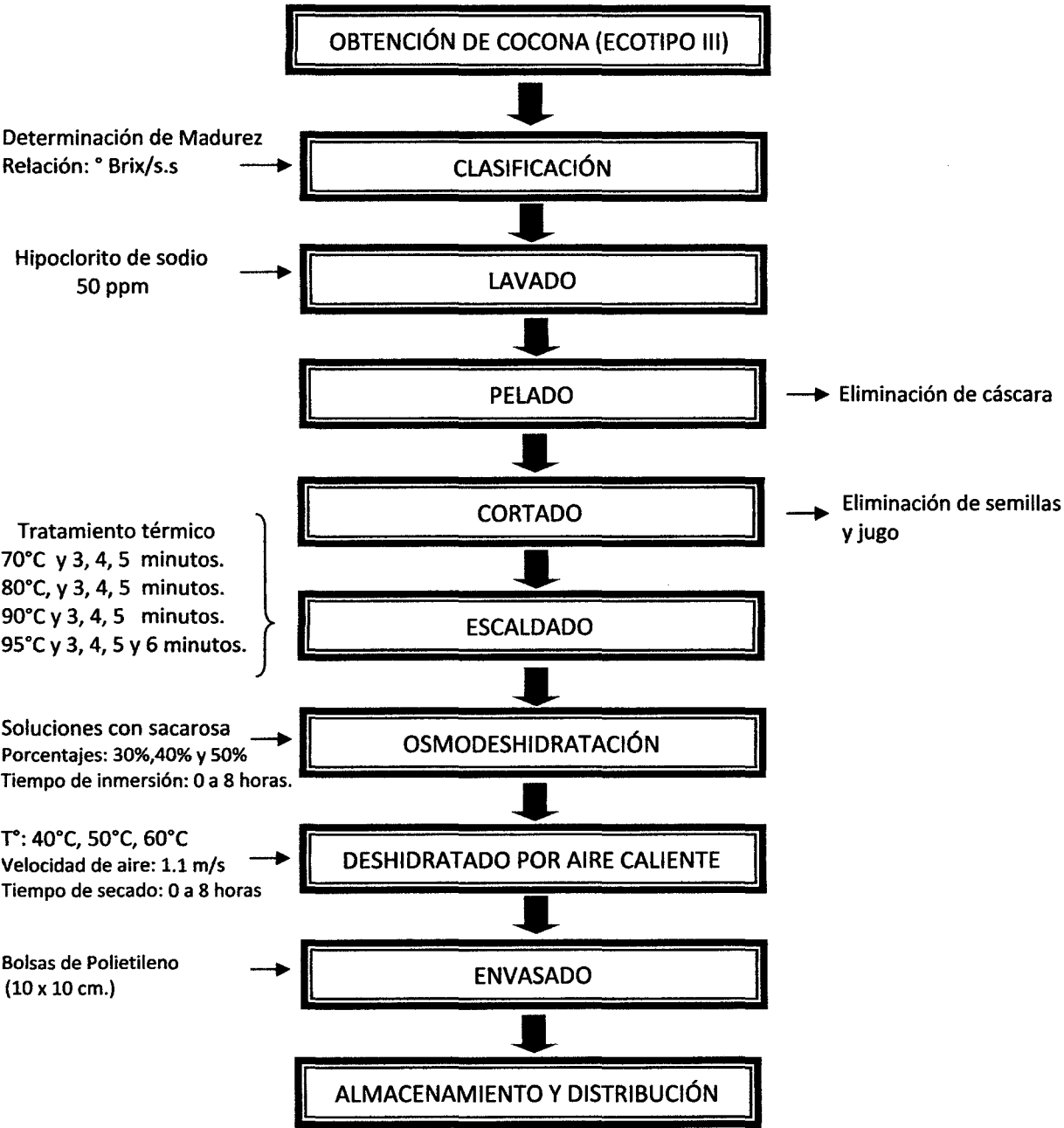


Figura N° 16: Diagrama de Flujo para la Obtención de trozos de cocona (*S. sessiliflorum* Dunal).

Fuente: Elaboración Propia

3.6. Descripción de las operaciones del proceso

3.6.1. Obtención de la materia prima

Los frutos de cocona (*S. sessiliflorum* Dunal) fueron recolectados en el caserío El Progreso, km 30 de la carretera Tarapoto - Yurimaguas, provincia de Lamas, departamento de San Martín, con una altura de 608 m.s.n.m y temperatura de 33° C.

3.6.2. Clasificación

Los frutos de cocona (*S. sessiliflorum* Dunal) fueron clasificados según las características del Ecotipo III y estado de madurez que presentó tonalidad naranja marrón claro (Hernández et al., 2004), apariencia firme, apretando ligeramente el fruto para comprobar la consistencia de la pulpa y una relación de madurez (Índice de Madurez: °Brix/% acidez) cercano a 11 (Fajardo et al., 1998).

3.6.3. Lavado

Se realizó el lavado de los frutos para eliminar residuos indeseables que contienen una alta carga de sustancias extrañas y de microorganismos del fruto.

Para la desinfección se utilizó hipoclorito de sodio en solución, con una concentración de 50 ppm de cloro (FAO, 1996).

3.6.4. Pelado

El pelado se realizó en forma manual con un cuchillo pelafrutas, eliminando la cáscara por completo y los pedúnculos.

3.6.5. Cortado

Se procedió al corte del fruto, de forma transversal en cuatro fracciones, es decir que de un fruto de cocona (Ecotipo III) se obtuvo cuatro trozos, extrayendo semillas, jugo y placenta adherida a la semilla, los trozos de cocona fresca tuvieron un peso promedio de 25 gramos cada uno, espesor promedio de 7.3 mm., y área promedio de 5.5 x 7.5 cm².

3.6.6. Escaldado

Para evitar el pardeamiento enzimático se hicieron ensayos sumergiendo los trozos de cocona en agua a temperaturas de 70°C, 80°C, 90°C y 95°C, (temperaturas recomendadas por Torrenegra et al., 2011 para el escaldado de frutas y hortalizas). interactuando con tiempos de 3, 4, 5 y 6 minutos, Este proceso se realizó en un equipo de Baño María.

3.6.7. Osmodeshidratación

Se preparó soluciones concentradas de agua destilada (30°C, 40°C y 50°C) y sacarosa con porcentajes de 30%, 40% y 50% y una relación fruta:almíbar de 1:4, (Muñiz et al., 2011) y un tiempo de 5 horas determinado por una curva de Ganancia de sólidos (Ver Fig. N° 19).



Figura N° 17: Trozos de Cocona en Solución Azucarada (1:4)

Fuente: Elaboración propia.

3.6.8. Deshidratado por aire caliente

Inmediatamente las muestras fueron sometidas a un flujo de aire caliente, en un equipo "Secador con control de velocidad de aire y temperatura", con temperaturas de 40, 50 y 60 °C, tiempo de 8 horas y 1.1 m/s de velocidad.

En la Figura N° 18 se presenta el Equipo secador con control de velocidad de aire y temperatura utilizado.

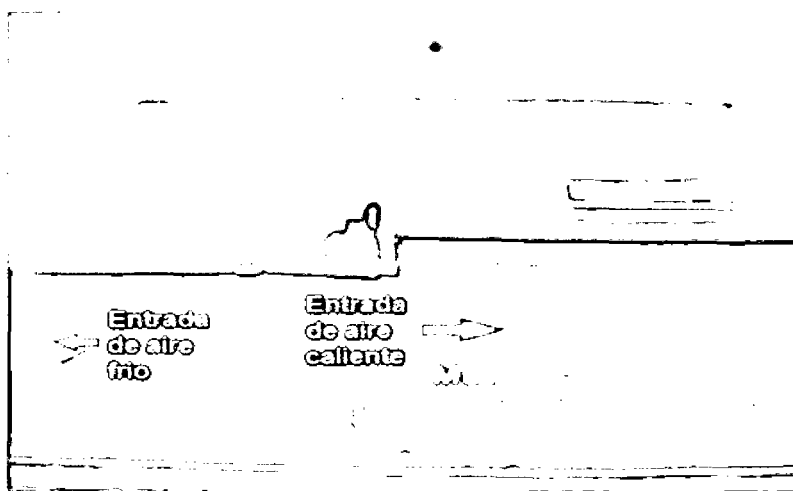


Figura N° 18: Flujo de Aire Caliente en Secador Convectivo.

Fuente: Elaboración propia.

Las condiciones de operación del secador se presentan en el Cuadro N° 6.

Cuadro N° 6: Condiciones del Equipo Secador

CONDICIONES DEL EQUIPO SECADOR			
Recirculación de aire	80%		
Temperatura del bulbo seco(°C)	40	50	60
Temperatura del bulbo húmedo(°C)	36	41	47
Temperatura del punto de rocío(°C)	35.2	39.6	45.5
Humedad (Kg. Agua/ kg. Aire seco)	0.037	0.048	0.067
Humedad Relativa (%)	77.17	58.58	49.38
Volúmen Específico (metro cúbico/kg. Aire seco)	0.918	0.948	0.977
Velocidad de aire (m/s)	1.1		
Área de la bandeja (canastilla) (cm ²)	121		

Fuente: Elaboración propia.

3.6.9. Envasado

Para la mejor conservación del producto, los trozos de cocona deshidratados se envasaron manualmente en bolsas de polietileno de alta densidad (Mincetur, 2010), las mismas que fueron selladas herméticamente.

3.6.10. Almacenamiento

Los trozos deshidratados de cocona fueron almacenados por un espacio de 90 días en bolsas de polietileno de alta densidad luego del cual se evaluó porcentaje de humedad, actividad de agua y estabilidad microbiológica.

3.7. Métodos de Control

3.7.1. Controles en el fruto

Los controles que se realizaron en el fruto de cocona fueron:

3.7.1.1. Rendimiento de Pulpa

Se determinó el rendimiento de pulpa fresca para ello se pesaron cáscara y semillas (Bohórquez et al., 2001).

3.7.1.2. Caracterización Físico - Química

Se tomaron 10 muestras de las cuales se promediaron y se determinó sus características físicas: diámetro transversal, longitudinal, peso y volumen (Bohórquez et al., 2001) y químicas: acidez, pH, sólidos solubles, índice de madurez (A.O.A.C, 2000).

3.7.1.3 Análisis Proximal en trozos de cocona fresca

El análisis químico proximal de los trozos de cocona se realizó según los métodos siguientes, estos se hicieron por duplicado:

a.- Humedad

Se determinó por el método de estufa a presión atmosférica a 105°C hasta un peso constante por espacio de 24 horas (A.O.A.C, 2000).

b.- Proteína total

Se determinó por el método Kjeldahl que consta de 3 procesos: digestión, destilación y titulación (A.O.A.C., 2000).

c.- Grasa total

Se utilizó el método de Soxhlet donde se determinó el contenido de grasa total en la muestra, extrayendo con eter dietílico como solvente. (A.O.A.C., 2000).

d.- Ceniza total

En este método toda la materia orgánica se volatiliza, se oxida en presencia de flama que va desde los 500°C a 600°C, el material inorgánico que no se volatiliza a esta temperatura se conoce como ceniza (Nollet, 1996)

e.- Carbohidratos

Se determinó por diferencia restándose de 100 la sumatoria de los porcentajes de humedad, proteína, grasa, ceniza y fibra.

f.- Fibra total

Se determinó mediante el método gravimétrico que consiste en la extracción secuencial con H₂SO₄ al 1.25% y NaOH al 1.25% (A.O.A.C., 2000).

g.- Vitamina C

Se utilizó el método de titulación visual con 2.6 diclorofenolindofenol. (A.O.A.C., 2000).

h.- Sólidos totales

Se determinó eliminando el contenido de agua del alimento (A.O.A.C., 2000).

i.- Sólidos solubles

Se determinó utilizando un refractómetro manual (A.O.A.C., 2000).

j.- Azúcares reductores

La reacción de pardeamiento que se produce por interacción entre los aminoácidos y los azúcares reductores libera agua durante la deshidratación y se acelera a temperaturas elevadas. Los alimentos ricos en proteínas y azúcares reductores deben por ello desecarse con precaución de preferencia a una estufa de vacío a 60°C (Hart, 1991). Tomar 1 ml de la solución acuosa de la muestra, adicionar 1 ml del reactivo de DNS (ácido dinitrosalicílico) y calentar por 5 minutos en un baño de agua hirviendo, enfriar y diluir con 10 ml de agua destilada. Leer la absorbancia del color producido a 540 nm frente a un blanco de reactivos y agua igual que la muestra. Cuantificar los azúcares reductores interpolando los valores de absorbancia obtenidos en una curva estándar preparada con el carbohidrato reductor de interés en concentración de 0.2 a 2 mg/ml (James, 1999). Las mediciones se realizaron en un espectrofotómetro modelo Génesis 6.

3.7.2. Controles durante el proceso de deshidratado

En este proceso se controló:

3.7.2.1. Pérdida de peso

Se registraron los datos de la pérdida de peso de las muestras durante el tiempo de proceso, mediante una balanza (Marca Denver Instrument Company, modelo AA- 2000 capacidad 6100 g. exactitud 0.1 g. U.S.A.) acoplada al secador, de las cuales se tomaron los datos para las curvas de secado.

3.7.2.2. Actividad de agua (aw)

Se utilizó un equipo medidor de aw de Marca "Aqualab" que se calibró mediante el uso de diluciones saturadas de sales de actividad de agua conocida.

3.7.2.3. Modificación del color

El color de las muestras de cocona se midió en un colorímetro de marca Konica Minolta, Osaka, Japón. Siendo calibrado con un patrón blanco. El sistema utilizado para medir el color tiene en cuenta tres parámetros:

L^* = (-) luminosidad (+) , a^* = eje verde(-) a rojo(+) y b^* = eje azul(-) a amarillo(+).

Posteriormente, se comparó la muestra fresca con las muestras sometidas a los diferentes tratamientos de secado (Soysal, 2004).

3.7.3. Análisis proximal en el producto terminado.

Se realizó según los métodos recomendados por la (A.O.A.C, 2000) por duplicado, el mismo proceso dado en la muestra en fresco.

3.7.4. Rehidratabilidad

Los trozos deshidratados fueron sumergidos en agua destilada (fruta : agua 1:4) durante 8 horas y se registró el peso cada hora.

El comportamiento de la rehidratación se evaluó en una curva de ganancia de agua en gramos vs tiempo de rehidratación (Hogekamp et al., 2003).

3.7.5. Análisis microbiológico

Se realizó un recuento en placa mediante el Número más probable (NMP), con la finalidad de determinar la Estabilidad microbiológica del producto final, principalmente para determinar la presencia de bacterias aerobias mesófilas viables, coliformes totales, salmonella s.p., mohos y levaduras en el producto deshidratado, para luego comparar si los resultados se encuentran dentro del rango de los parámetros establecidos en base a normas legales vigentes de acuerdo a la Resolución Ministerial N° 591-2008/MINSA (anexo N° 04).

3.8. Determinación de la velocidad de secado

Con los datos experimentales de humedad y tiempo se determinó el comportamiento de la velocidad de secado para los diferentes tratamientos, graficándose los valores R vs humedad promedio(Ecuación 1):

$$R = \frac{L s}{A} \left(\frac{\Delta x}{\Delta t} \right)$$

Δx = Variación de humedad

Δt = Variación de tiempo

3.8.1 Determinación de la difusividad

La Difusividad del agua se determinó ajustando los datos experimentales de humedad vs tiempo con la Ecuación de Fick, utilizando el programa MICROCAL ORIGIN 3.5

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D_{\text{eff}} \frac{\partial^2 C}{\partial^2} \dots \dots \dots \text{(Ecuación 10)}$$

Solución de la Ecuación de Fick para placa plana:

$$\frac{x - x^*}{x_0 - x^*} = \frac{x}{x_t} = \frac{8}{\pi^2} \left[e^{-D_L t \left(\frac{\pi}{2x_1} \right)^2} + \frac{1}{9} e^{-9D_L t \left(\frac{\pi}{2x_1} \right)^2} + \frac{1}{25} e^{-25D_L t \left(\frac{\pi}{2x_1} \right)^2} \right] \dots \dots \dots \text{(Ecuación 11)}$$

Donde:

x : Humedad (Kg H₂O/Kg s.s)

x^* : Humedad en el punto crítico

x_0 : Humedad Inicial

x_1 : Espesor

D : Difusividad

t : Tiempo

Fuente: Geankoplis (1998).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Rendimiento de pulpa de cocona (*S. sessiliflorum* Dunal)

En el Cuadro N° 7 se presenta el rendimiento en porcentaje de la pulpa fresca, para encontrar este porcentaje se pesaron cáscaras, semillas y placenta basado en 100 gramos de cocona.

Torres (2010) obtuvo un rendimiento promedio de pulpa de cocona de 56.74%, mientras que en las pruebas obtenidas el rendimiento fue de 40%, en pulpa, este rendimiento presenta resultados próximos a los indicados por Torres (2010), la diferencia observada puede deberse al espesor de las cáscaras de los diferentes formas y tamaños de fruto (Andrade et al., 1997).

Cuadro N° 7: Rendimiento de pulpa de Cocona

Rendimiento Basado en 100 g. (%)	
Cáscara	19.45
Semillas	8.30
Pulpa	40.0
Placenta (epidermis, jugo)	32.25
TOTAL	100

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Características físicas del fruto de cocona (*s. sessiliflorum* Dunal)

En el Cuadro N° 8 se aprecian las características físicas de frutos de cocona (*S. sessiliflorum* Dunal).

Los resultados presentados corresponden al promedio de 20 muestras en estado maduro y de acuerdo a las características del Ecotipo III planteado por Bohórquez et al. (2001).

El peso promedio de los frutos recolectados alcanzó 250 gramos con pesos que varían desde 250 a 258 gramos, al igual que los diámetros longitudinal

de 7.60 cm. y diametro transversal de 8.90 cm. reportados en las características del Ecotipo III.

Cuadro N° 8: Características Físicas del Fruto de Cocona
(Ecotipo III)

Peso Promedio (g.)	250
Diámetro Transversal Promedio (cm.)	8.90
Diámetro Longitudinal Promedio (cm.)	7.60
Volúmen (ml)	230
Espesor de Cáscara (mm.)	1.50
Espesor de la Pulpa (mm.)	7.3

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Caracterización físico - química en el fruto de cocona (*S. sessiliflorum* Dunal)

En el Cuadro N° 9 se presentan los valores de acidez, pH, sólidos solubles índice de madurez.

En la fruta fresca la acidez fue de 0.55 y el pH de 2.55, existiendo diferencia con los valores de Andrade et al. (1997) y Ribeiro (1990), que mencionan una acidez de 0.8 y pH de 3.5, en pulpa de cocona, esta diferencia puede deberse al estado de madurez, forma de los frutos y tamaño.

En la fruta deshidratada se obtuvo un pH de 4 y acidez de 0.10%. El aumento de pH en el producto deshidratado; se debe a la pérdida de ácidos de la fruta (relación inversa: al disminuir la acidez, aumenta el contenido de pH en la muestra), en la osmodeshidratación, este comportamiento se debe a la presión osmótica que ejerce la solución sobre el trozo de cocona obligando al alimento a eliminar agua (arrastrando acidos orgánicos,sales, etc), del alimento, mientras mayor es la concentración de la solución, eliminará mayor cantidad de agua y la reemplazará por la ganancia de

solutos; con el fin de crear una presión osmótica de equilibrio. Resultados similares se presentaron en carambolas secas tratadas osmóticamente obteniéndose en el producto secol, un pH de 3.96 y acidez de 0.12% (Castillo, 2007).

Pahlen (1997) menciona que el contenido de sólidos solubles en la fruta fresca es de 5.0% y Andrade et al. (1997) menciona un contenido de 8%, valores cercanos al obtenido en el presente trabajo que fue de 5.5; mientras que en la fruta deshidratada se obtuvo 83%, similares resultados se obtuvieron en carambolas secas tratadas osmóticamente de 82% de sólidos solubles (Castillo, 2007).

Cuadro N° 9: Características Físico - Químicas de Cocona Fresca y Deshidratada

Parámetros	Fresco	Deshidratado
Acidez (% ácido cítrico) (ATT)	0.55	0.10
pH	2.55	4.0
Sólidos Solubles (%)	5.5	83.0
Indice de Madurez (SST/ATT)	10	No aplica

Fuente: Elaboración propia.

4.4. Deshidratación osmótica y secado

4.4.1. Escaldado (tratamiento térmico)

Con la finalidad de inhibir enzimas presentes en la cocona fresca se realizó un tratamiento térmico previo a la osmodeshidratación, a continuación se presenta en el Cuadro N° 10 la interacción entre temperatura y tiempo y sus respectivas observaciones.

Se observa que los ensayos realizados con temperaturas entre 70°C y 90°C no inhiben los efectos enzimáticos por el contrario la pulpa se oxida fácilmente, mientras que el escaldado a 95°C y 6 minutos si inhibe la oxidación y se mantiene el color amarillo, inclusive en el almacenamiento,

esto se debe al espesor de la pulpa, a mayor espesor la entrada de calor se dificulta aún más, resultados similares se presentaron en el escaldado de cocona (Bohórquez et al., 2001).

Cuadro N° 10: Pruebas de Escaldado en Trozos de Cocona Fresca
(Ecotipo III)

Temperatura (°C)	TIEMPO (Minutos)			
	3	4	5	6
70	Color café oscuro	Color café oscuro	Color café oscuro	---
80	Color café oscuro	Color café oscuro	Color café oscuro	---
90	Color café Claro	Color café claro	Color amarillo cambia a café al enfriarse	---
95	Color amarillo cambia a café al enfriarse	Color amarillo cambia a café al enfriarse	Color amarillo cambia a café al enfriarse	Color amarillo, persiste al almacenarse

Fuente: Elaboración propia.

4.4.2. Tratamiento de Osmodeshidratación

En la Figura N° 19 se presenta la cinética de ganancia de sólidos en función del tiempo y la temperatura.

Los ensayos con aplicación de temperatura en la deshidratación osmótica alcanzaron mayor ganancia de sólidos, el tratamiento con 50% de concentración de sacarosa y 50°C de temperatura de osmodeshidratación alcanzó 55% en peso, mientras que el tratamiento a 50% y 30°C de temperatura de osmodeshidratación alcanzó 46% en peso al cabo de 8 horas, esto se debe específicamente a que la temperatura más alta eleva la presión ejercida en la superficie del producto. La presión genera que sus poros se dilaten logrando así volverlas más permeables a la transferencia de masa (Alvarado, 2006). Resultados similares se presentaron con deshidratado de banana (Gaspáreto et al., 2004).

El incremento de la temperatura y las altas concentraciones favorecen el ingreso de azúcares (Barra, 2009), también se observa que los ensayos con mayor concentración de sacarosa alcanzaron mayor ganancia en peso, en los tratamientos a 30°C, una concentración de 50% de sacarosa es mayor a una concentración de 30% de sacarosa, resultados similares se presentaron en estudios realizado con papaya deshidratada osmóticamente en tres estados de madurez (Chavarro et al., 2006). A mayor concentración hay un incremento en la ganancia de azúcares y en el peso del alimento deshidratado (Gaspareto et al., 2004).

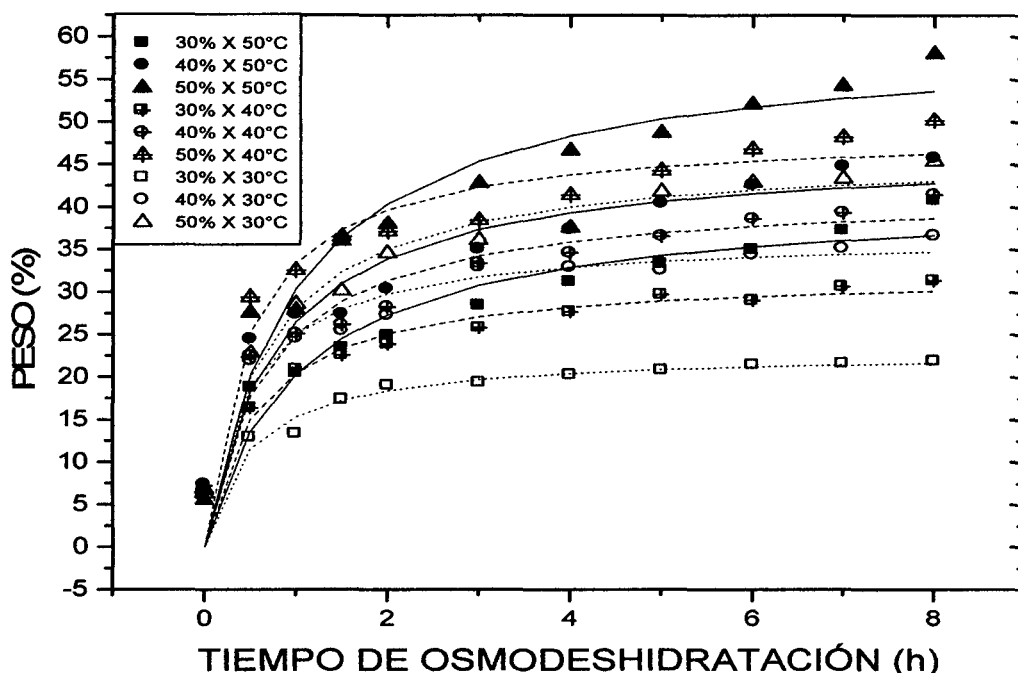


Figura N° 19: Cinética de Ganancia de Sólidos en los nueve tratamientos

Fuente: Elaboración propia.

4.4.3. Efecto de la temperatura y concentración de Sacarosa en el Secado

En la Figura N° 20 observamos el efecto que la temperatura ejerce en los tratamientos, se observa que en un tratamiento a una temperatura de 60°C, y 30% de concentración el porcentaje en peso llega hasta un 20%, mientras que en un tratamiento a 40°C y a la misma concentración el porcentaje en peso se encuentra a 35%, el efecto de la concentración también influye en cada tratamiento, a una concentración de 30% de sacarosa y 60°C, el peso

se encuentra cercano al 20%, mientras que en tratamiento con una concentración de 50% de sacarosa y a la misma temperatura de secado, el porcentaje en peso es mayor al 40%, esto quiere decir que a menor concentración y mayor temperatura de secado, el peso disminuye considerablemente, (en el tratamiento de 60°C y 30% de concentración de sacarosa, un trozo de 25 gramos en fresco se reduce a 5 gramos como producto seco) y a menor temperatura y mayor concentración el porcentaje en peso es más alto (en el tratamiento de 40°C y 50% de concentración de sacarosa, un trozo de 25 gramos en fresco se reduce a 11.30 gramos como producto seco).

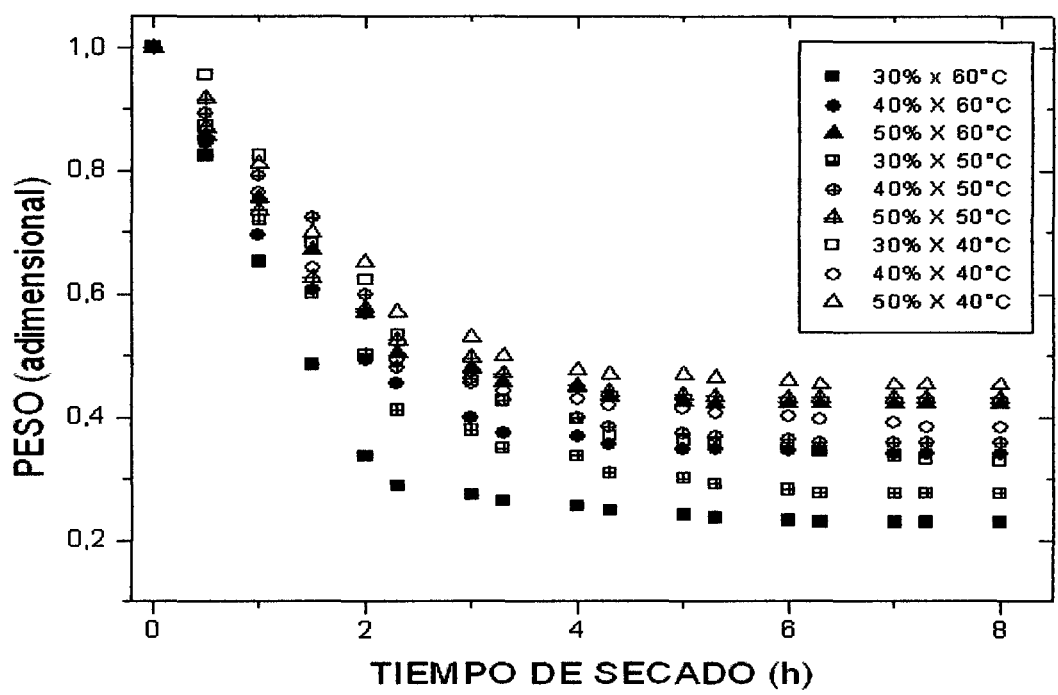


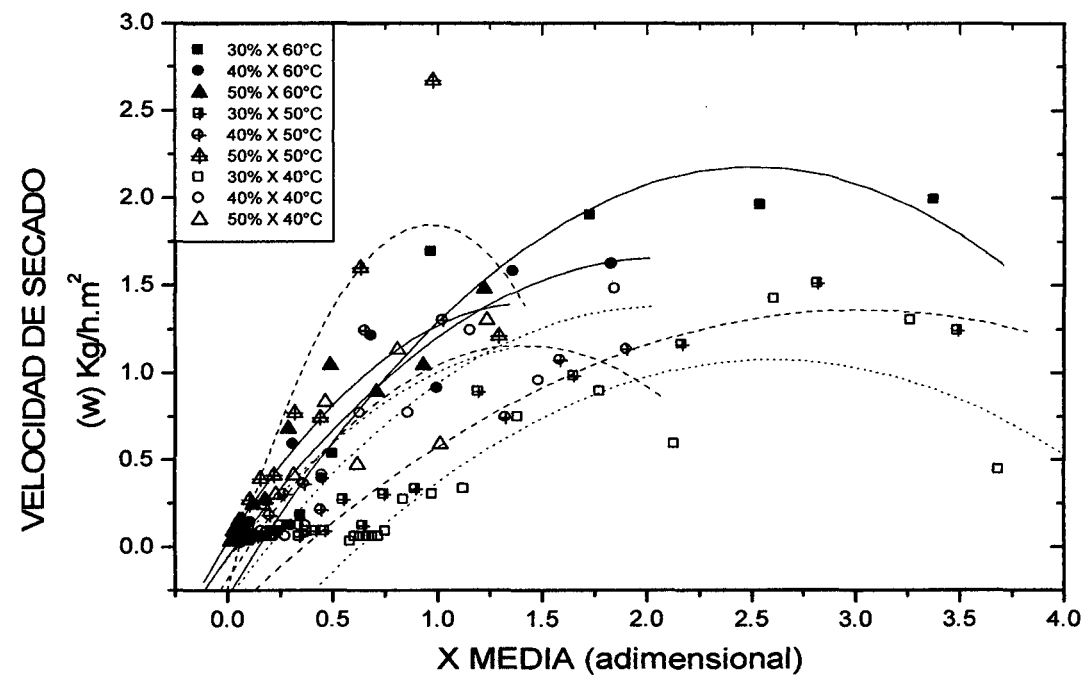
Figura N° 20: Efecto de la temperatura del aire y la concentración de Sacarosa sobre la cinética de secado de Trozos de Cocona.
Fuente: Elaboración propia.

4.4.4. Velocidad de Secado

En la Figura N° 21 se presentan los resultados de velocidad de secado de cocona. Se observa diferencia significativa entre las 3 temperaturas empleadas (60°C, 50°C y 40°C), los tratamientos a 60°C tienen mayor velocidad de secado que los tratamientos a 40°C. Resultados similares se

presentaron en secado de piña (Toro, 2000). Por otro lado el período de velocidad constante no se presenta en todos los ensayos como puede verse en la Figura N° 21.

Por ejemplo en el tratamiento de 50% de concentración y 50°C de temperatura de secado el período de velocidad pasa inmediatamente al decreciente, y en concentraciones de 30% para las 3 temperaturas (60°C, 50°C, 40°C) si poseen períodos de velocidad constante y decreciente.



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 21: Velocidad de secado en función de la temperatura del aire y concentración de sacarosa.

4.4.5. Influencia de la temperatura de secado y concentraciones de sacarosa en la difusividad

La Figura N° 22 muestra la humedad en base seca en función del tiempo variación para coconas deshidratadas. Se aprecia claramente un descenso marcado de la humedad en las 2 primeras horas para luego tender a una

humedad constante que se alcanza, aproximadamente, a partir de las 4 horas de secado.

La humedad experimental que finalmente se alcanza para el mejor tratamiento (60°C y 40% de sacarosa) es de 0.022 g H₂O/g sólido seco, luego de 8 horas de secado, el tratamiento con menor HBS es el tratamiento de 60°C con 50% de sacarosa, este alcanzó 0.008 g H₂O/g sólido seco y el tratamiento de mayor HBS fue de 40°C y 30% de sacarosa con 0.15 g H₂O/g sólido seco.

A las 8 horas de secado todos los tratamientos indicados en el diseño experimental (Cuadro N° 5) con concentraciones de 30% poseen mayor HBS que las concentraciones a 40% y 50%, esto es debido a que a mayor concentración de sacarosa en el jarabe empleado en la osmodeshidratación, hay mayor disminución de la humedad y un incremento en la ganancia de azúcar (Gaspareto et al., 2004).

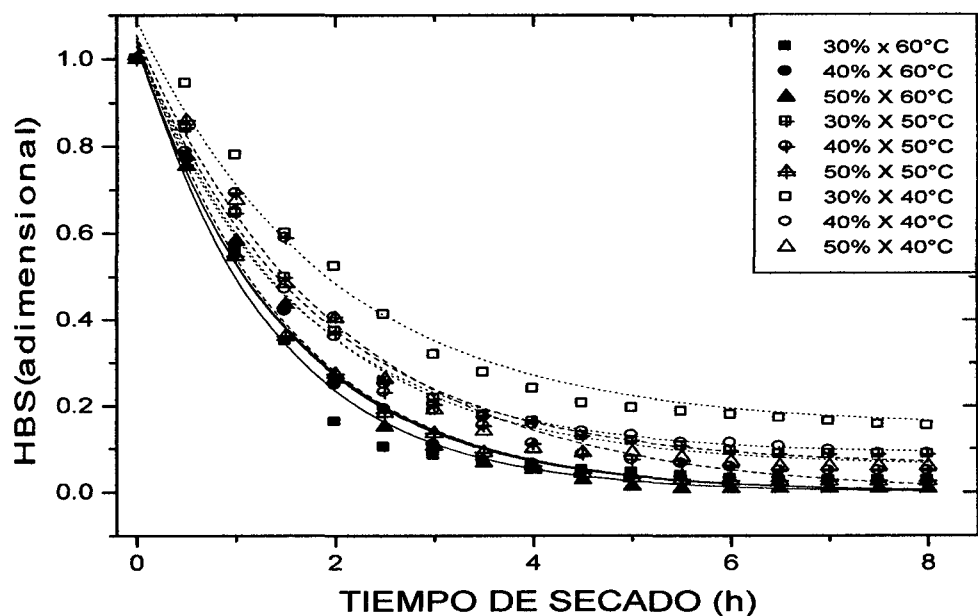


Figura N° 22: Comportamiento de las HBS en función de la temperatura y concentración de sacarosa.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.5.1. Valores obtenidos de difusividad

En el Cuadro N° 11, se presentan los valores obtenidos de difusividad para los diferentes tratamientos. Los valores de difusividad del agua presente en coconas deshidratadas con pretratamiento osmótico, estuvieron comprendidas entre 3.52×10^{-8} (m²/s), como valor más bajo y 8.33×10^{-8} (m²/s) como valor más alto. La tendencia muestra que los valores de difusividad, con temperaturas de 50°C y 60°C son mayores. Similares valores se presentan en secado de anacardos (*Anacardium occidentale* L.) con 3.94×10^{-8} (Machado, et al., 2010). La pulpa de cocona fresca presenta espesor de 7.3 mm, luego del proceso de secado se obtiene 3.5 mm.

Cuadro N° 11: Valores Obtenidos de Difusividad en el secado de cocona calculados con la ecuación de Fick para placa plana

Temperatura (°C)	Porcentaje de Sacarosa (g soluto/g agua)	Difusividad 10 ⁻⁸ (m ² /s)	Coefficiente de Correlación (R ²)
40	30%	3.52	0.97
40	40%	5.27	0.98
40	50%	5.63	0.98
50	30%	5.18	0.98
50	40%	5.47	0.97
50	50%	7.31	0.98
60	30%	8.33	0.97
60	40%	7.44	0.98
60	50%	7.62	0.98

Fuente: Elaboración propia.

4.4.6 Variación de la actividad de agua (aw)

En la Figura 23 se presentan los resultados obtenidos de la actividad de agua durante el proceso de secado en trozos de cocona. Los valores de actividad de agua se encuentran entre 0.675 (tratamiento de 40°C y 30% de sacarosa) y 0.452 (tratamiento de 60°C y 50% de sacarosa). Se observa una influencia marcada de la temperatura, los tratamientos a 60°C tienen aw menores a 0.55 , mientras que los tratamientos a 40°C tienen aw mayores a 0.55. Similares valores se presenta en experimentos con mangos (*Mangifera*

indica *L.*) con a_w entre 0.60 y 0.45 para temperaturas de secado de 60°C y 80°C respectivamente (Pott et al., 2005). Se observa también la influencia de la concentración donde la actividad de agua es menor a concentraciones mayores de sacarosa, por ejemplo los tratamientos a 60°C y 50% tienen a_w de 0.45 mientras que el tratamiento a 60°C y 30% tiene a_w de 0.55, a medida que una solución se concentra, la presión de vapor disminuye y la a_w desciende (Martínez, 2010).

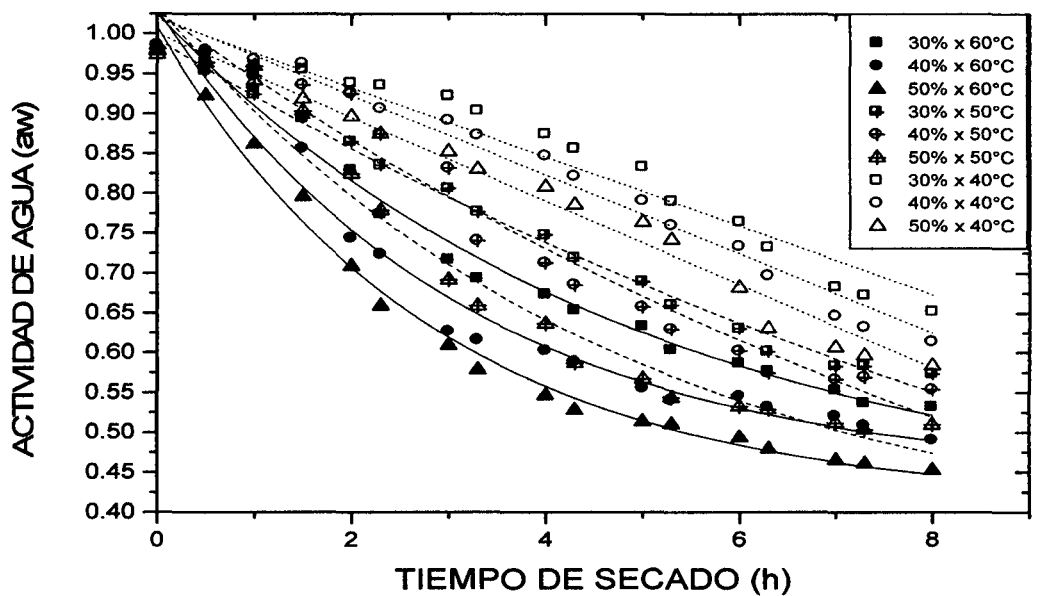


Figura N° 23: Comportamiento de la actividad de agua para Trozos de Cocona durante el secado con aire caliente.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.7. Variación del Color en el Secado

En el Cuadro N° 12 observamos la variación del color con respecto a L^* , a^* y b^* , encontrando diferencias significativas en cuanto al color original, para el parámetro L^* , que representa la variación entre el color negro y blanco.

Siendo 0 el color negro y 100 el color blanco, los valores de Luminosidad después del tratamiento son mayores a los obtenidos en la fruta en fresco, discrepando con los datos obtenidos por Leiva et al. (2004), en deshidratación osmótica de papaya, donde los valores L^* se encuentran por debajo de los de la fruta fresca; en otro estudio realizado en zanahoria

deshidratada con tratamiento osmótico (Barra, 2009), los valores de L^* aumentan considerablemente desde 52.4 a 67.18. Los valores mayores se encuentran en los tratamientos de menor concentración de sacarosa y temperaturas entre 40°C y 50°C, los valores menores se dan para los tratamientos de mayor temperatura, esto puede deberse a la formación una corteza de azúcar, y también a la reacción de caramelización de la sacarosa que queda en la superficie de la cocona después del proceso de deshidratación osmótica (Bemiller et al., 1996).

Cuadro N° 12: Comparación del Color en Producto Terminado

Tratamiento	L^*	a^*	b^*
Fruta Fresca	34.76	-0.91	19.73
30% x 40°C	64.90	3.77	33.37
40% x 40°C	62.28	3.27	43.43
50% x 40°C	63.65	1.98	34.14
30% x 50°C	65.35	2.47	39.75
40% x 50°C	56.39	2.03	39.21
50% x 50°C	49.86	4.39	32.39
30% x 60°C	46.75	0.45	39.28
40% x 60°C	43.65	0.65	28.76
50% x 60°C	43.21	-2.89	27.20

Fuente: Elaboración propia.

La Figura N° 24, presenta la variación de L^* representada gráficamente.

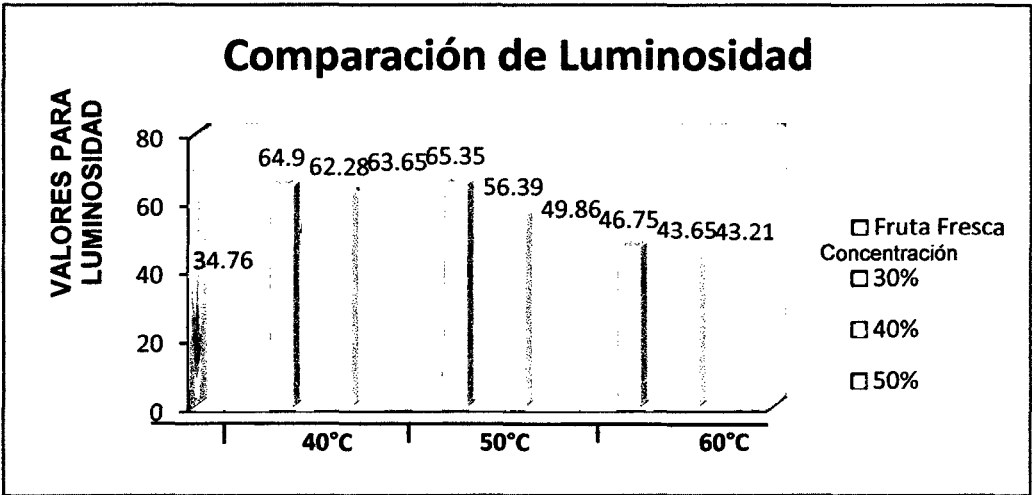


Figura N° 24: Variación de Luminosidad (L^*) de Cocona Deshidratada.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura N° 25 la cromaticidad para a^* varía desde verde hasta el color rojo, el color verde se encuentra por debajo de 0 y el rojo por encima de 0, en la fruta fresca el valor se encuentra por debajo de cero, quiere decir que posee una coloración cercana al verde.

El tratamiento más aceptable fue a 50°C y 50% de sacarosa con una coloración cercana al rojo y el tratamiento menos aceptable fue a 50°C y 50% de sacarosa con una coloración cercana al color verde. Los tratamiento a 60°C obtuvieron valores cercanos a 0 y menores a 0, se observa que la temperatura elevada no favorece para mantener el color rojo en el producto, el color rojo se puede atribuir al contenido en B-carotenos. Resultados semejantes fueron obtenidos en estudios en zanahorias deshidratadas donde se evaluó el color rojo y naranja (Barra, 2009).

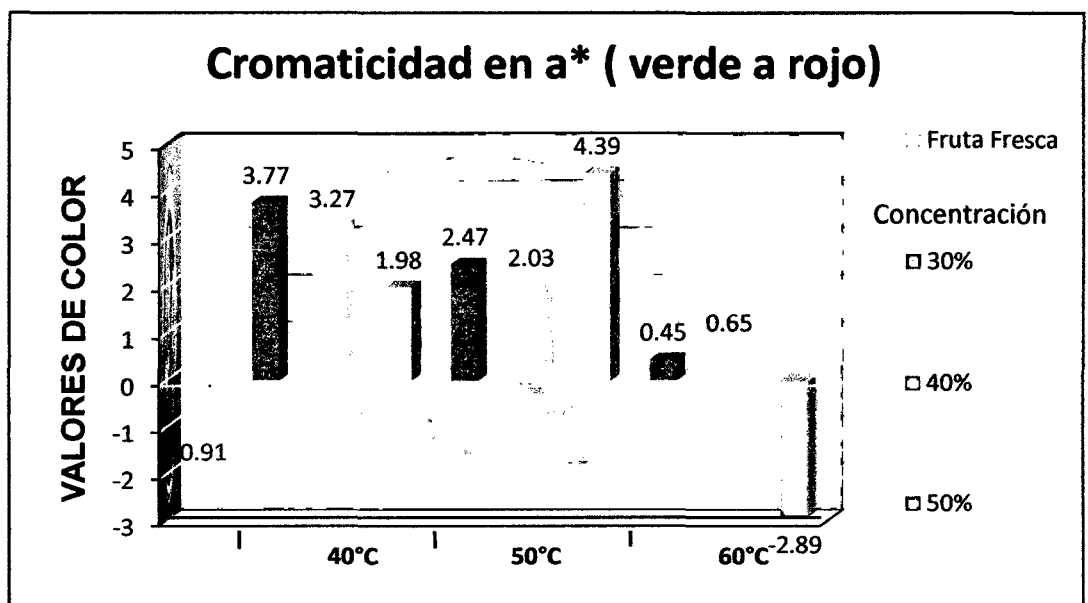


Figura N° 25: Variación de cromaticidad (a^*) en Cocona Deshidratada

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura N° 26 se presentan los resultados de la Cromaticidad b^* (variación de azul a amarillo). La cromaticidad b^* se encuentra entre el color azul y el color amarillo, donde azul es menor que 0 y amarillo por

encima de 0; los valores de b^* , para todos los tratamientos se encuentran en el color amarillo.

Observando que la mayor tonalidad amarilla se dió en el tratamiento de 40°C y 40%, en comparación con los otros tratamientos que presentaron valores menos amarillos, siendo el tratamiento a 60°C y 50% el menos amarillo.

Resultados similares se dan en el deshidratado de carambolas donde los tratamientos con deshidratación osmótica intensifican el color amarillo (Pinzón et al, 2000).

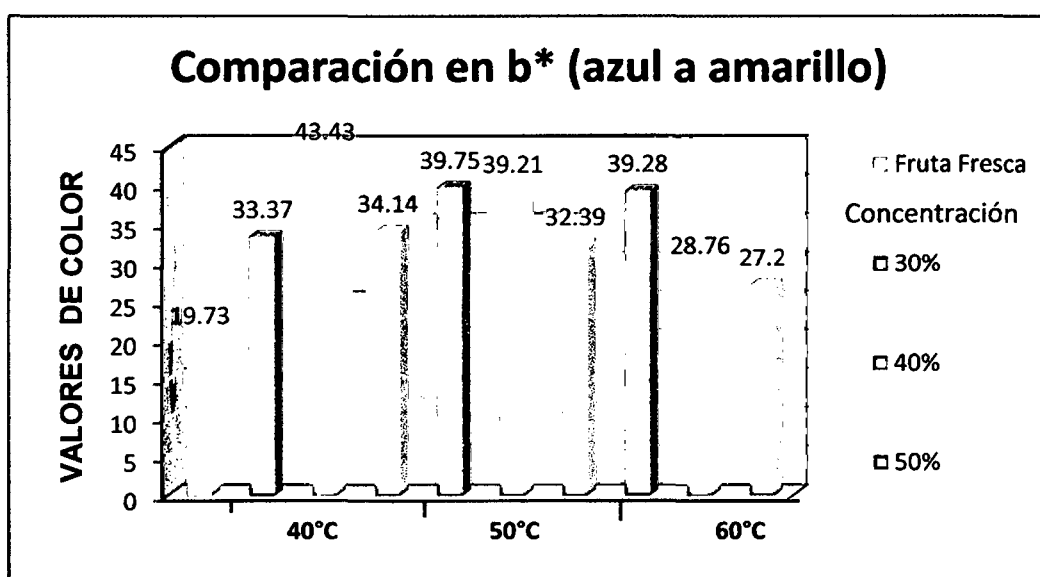


Figura N° 26: Variación de cromaticidad (b^*) en Cocona Deshidratada
Fuente: Elaboración propia.

4.5. Capacidad de Rehidratación.

En la Figura N° 27 se representa la curva de rehidratación de trozos de cocona deshidratados. Se presenta una rápida ganancia de agua en las 2 primeras horas, el tratamiento que mayor ganancia de agua tiene es de 50°C y 50%, los tratamientos que menos ganancia de agua obtuvieron fueron los tratados con 30% de concentración. Se observa que no hay influencia de la temperatura empleada en el secado de las muestras en la rehidratación. Las concentraciones de 40% y 50% de sacarosa fueron las que obtuvieron mayor rehidratación. En estudios realizados en piña con tratamiento de

osmodeshidratación y sin tratamiento, se compararon los tejidos demostrando que con tratamiento de deshidratación osmótica, los tejidos se mantienen semejantes a los del fruto fresco (Alvarado, 2006).

Un producto deshidratado con pretratamiento osmótico tiene los tejidos casi intactos la cual permitirá que el producto no solo sea estable por la baja aw alcanzada sino que sea elástico por su poder de captación de agua, es decir con deshidratación osmótica como pretratamiento tendrá una consistencia parecida a la natural (Lazárides et al., 1999 y Lewiki, 1998).

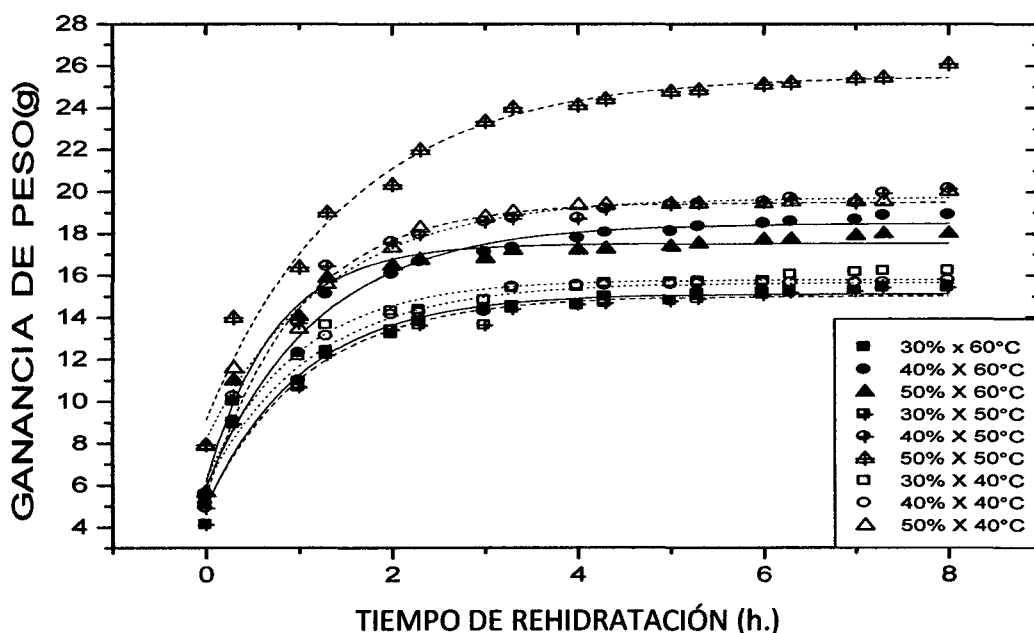


Figura N° 27: Capacidad de rehidratación de Trozos de Cocona deshidrata.

Fuente: Elaboración propia.

4.6. Contenido de azúcares reductores y vitamina C en los tratamientos.

4.6.1 Contenido de azúcares en fruta fresca y deshidratada

En la Figura N° 28 se puede apreciar la comparación entre el contenido de azúcares totales, reductores y no reductores, en fruta fresca y en fruta deshidratada del mejor tratamiento (60°C y 40% de sacarosa). El porcentaje de azúcares totales aumenta con el tratamiento desde 4.62% en fruta fresca a 45.97% en producto deshidratado, el porcentaje de azúcares reductores

aumenta desde 3.68% en fruta fresca a 8.13%, y el porcentaje de azúcares no reductores varía desde 1.11% a 35.94%.

Observamos que el porcentaje de azúcares reductores y no reductores ha variado, mientras que en el producto fresco el contenido de azúcares reductores es mayor al de azúcares no reductores, en la fruta deshidratada este contenido se vuelve inverso, siendo el contenido de azúcares no reductores mayor al contenido de azúcares reductores, esto se debe a que los tratamientos con sacarosa tienden a disminuir el porcentaje de azúcares reductores (Cortés et al., 1997).

En estudios realizados en zapote deshidratado osmóticamente a 50°Brix y 40°C analizaron la variación de azúcares reductores utilizando fructosa y sacarosa, en el deshidratado con sacarosa el contenido de azúcares reductores disminuyó desde 8% hasta 4%, caso contrario al deshidratado con fructuosa con un contenido de 13.43% de azúcares reductores iniciales y 37.50% de azúcares reductores finales (Cortés et al., 1997).

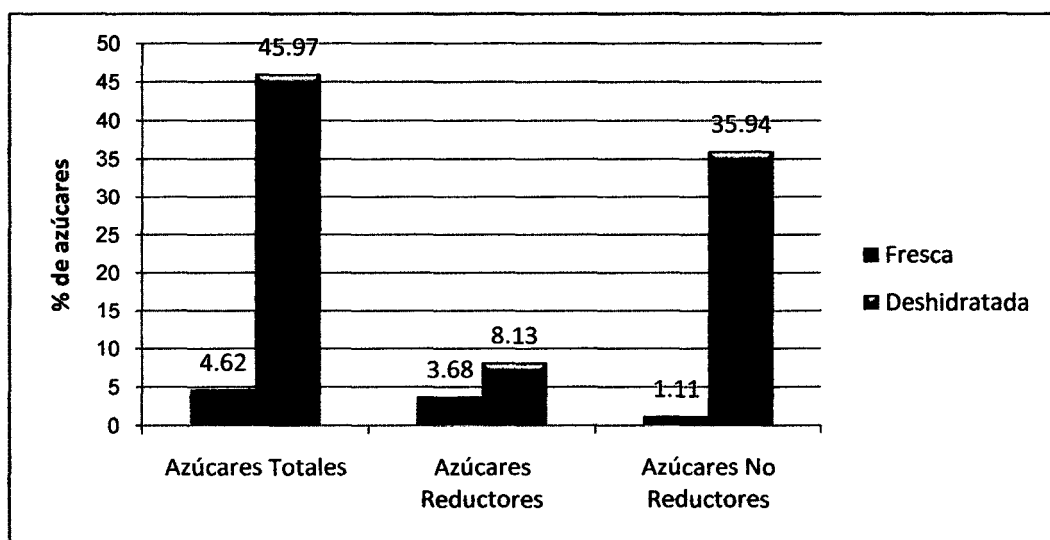


Figura N° 28: Contenido de Azúcares totales, reductores y no reductores en fruta fresca y deshidratada.

Fuente: Elaboración propia.

4.6.1.1. Variación del contenido de azúcares reductores en los 9 tratamientos.

En la Figura N° 29 se presenta el contenido de azúcares reductores frente a una muestra testigo que presentó 10.12% de azúcares reductores, el valor más bajo lo presenta el tratamiento a 40°C y 50% de sacarosa, con un contenido de 6.3% y el valor alto se dió en el tratamiento de 60°C y 30% de sacarosa con 9.11% de azúcares reductores, vemos que los contenidos más bajos se da en los tratamientos con concentraciones de 40% y 50% de sacarosa.

Observamos la influencia de la concentración en la reducción del contenido de azúcares reductores, las concentraciones mayores (40% y 50%) son los favorables para reducir el contenido de azúcares reductores. Resultados similares se dieron en pruebas de secado de cocona donde la temperatura de secado no tiene influencia en el contenido de azúcares reductores (Paredes, 2010). La presencia de azúcares reductores es de gran importancia en productos secos, ya que el contenido de estos azúcares se correlaciona con el grado de oscurecimiento no enzimático que se desarrolla durante la exposición a temperaturas elevadas (Pritchard et al., 1994).

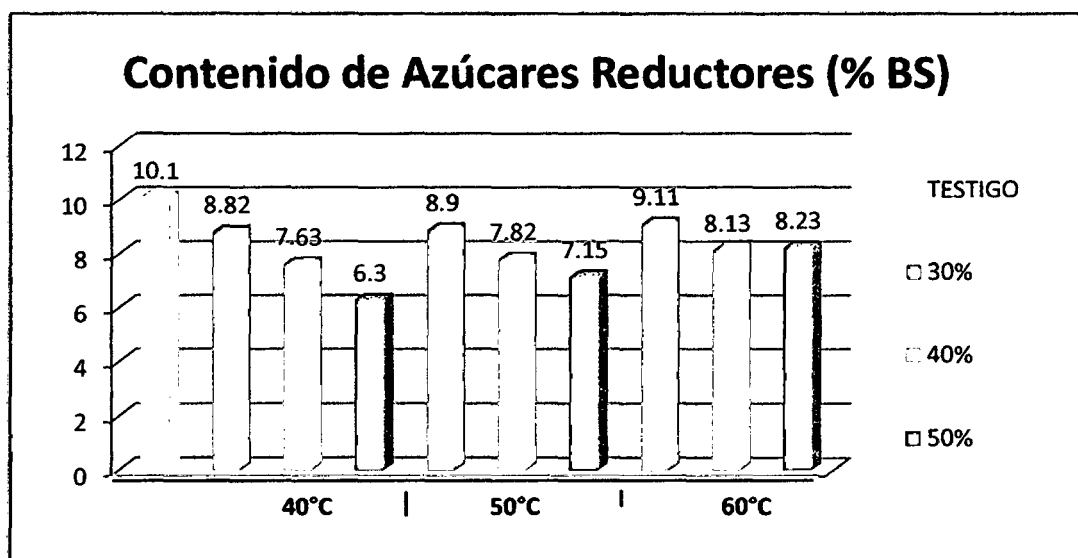


Figura N° 29: Comparación del Contenido de Azúcares reductores (% B.S.) en la deshidratación de trozos de cocona.

Fuente: Elaboración propia.

4.6.2. Contenido de vitamina C en fruta fresca y deshidratada

En el Cuadro N° 13, se presenta el contenido de vitamina C en fruta fresca y deshidratada que varía desde 12.52 a 5.98. La pérdida de agua y componentes del fruto dieron un nuevo valor a la vitamina C, donde la temperatura de secado (60°C) no favoreció a la retención de la vitamina C.

Cuadro N° 13: Contenido en fresco y deshidratado de Vitamina C.

Contenido de Vitamina C (mg /100 g de pulpa)	
Fresco	Deshidratado (Base Seca)
12.52	5.98

Fuente: Elaboración propia.

4.6.2.1. Variación del contenido de Vitamina C en los 9 tratamientos.

En la Figura N° 30 se presentan los valores de vitamina C (mg ácido ascórbico), en trozos de cocona deshidratados en pre - tratamiento osmótico. Al término del tratamiento de secado se evaluó el contenido de vitamina C frente a una muestra testigo (fruta fresca) con contenido de 12.52 mg, el tratamiento de mayor contenido en vitamina C fue el de 40°C y 30% de sacarosa con 11.58 mg , y el tratamiento de menor contenido de vitamina C fue el de 60°C y 50% de sacarosa, con 3.72 mg de ácido ascórbico, con una pérdida del 70.29% en vitamina C, esto ocurre por que el ácido ascórbico es una de las vitaminas más inestables y difíciles de preservar debido a su termosensibilidad, es decir que a mayor incremento de temperatura en el proceso, la vitamina C se degrada con mayor facilidad (Zanoni et al., 1999).

Resultados obtenidos por Ramallo et al. (2008), quienes estudiaron la deshidratación osmótica y secado de piña demostraron que en secado sin deshidratación osmótica se perdía cerca del 40% de ácido ascórbico, mientras que en secado con D.O, cerca del 80% de ácido ascórbico. Observamos que los contenidos más bajos de vitamina C, se dan en los tratamientos con temperatura de 60°C, mientras que en las temperaturas de 40°C, el contenido es mayor.

Cao et al. (2006) estudiaron la deshidratación osmótica de kiwi y encontraron que la concentración de sacarosa, es la variable que más incide en la pérdida de vitamina C y que la mayor pérdida del nutriente ocurre en los primeros estados de deshidratación osmótica.

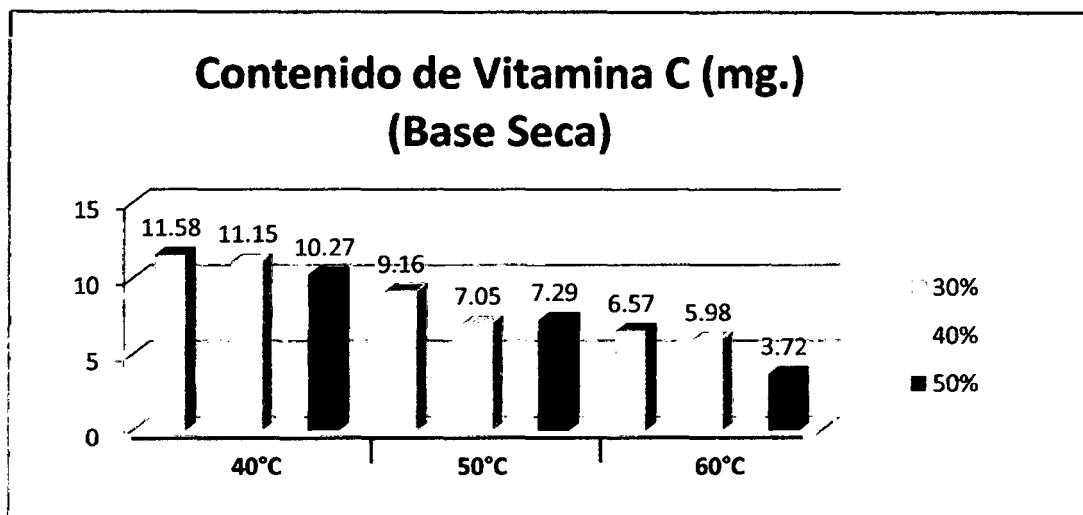


Figura N° 30: Comparación del Contenido de Vitamina C (mg) en la deshidratación de trozos de cocona.

Fuente: Elaboración propia.

4.7. Análisis químico proximal de los trozos de cocona (*S. sessiliflorum* Dunal) fresco y deshidratado con pretratamiento osmótico

En el Cuadro N° 14 se muestran los resultados obtenidos en el análisis proximal de trozos de cocona deshidratados.

Mediante una serie de pruebas realizadas por el método de estufa (A.O.A.C, 2000) se determinó la humedad promedio para la cocona (*S. sessiliflorum* Dunal) en fresco. Comparando con la bibliografía de Yuyama et al. (2007) donde se analizaron 8 ecotipos, con respecto a los datos de la composición. Las razas de cocona analizadas mostraron alto contenido de humedad del orden del 92.42% con un rango de 88.4% a 93%. Resultados similares se obtienen en los autores Silva et al. (1994) y Silva et al. (1997), cuya variación fue del 86% al 93% de humedad.

En el Cuadro N° 14 puede verse que el contenido de Humedad en base seca fue de 10.05, resultados semejantes se obtuvieron en el secado de mango con 10.2% (Pott et al., 2005).

La fruta fresca posee 3.68% de azúcares reductores comparando con Bohórquez et al.(2001), donde el contenido va desde 2.69 a 3.8, los valores se encuentran proximos a los de la bibliografía encontrada.

Luego del proceso experimental se obtiene 8.13% de azúcares reductores finales, similares a resultados previamente discutidos por Paredes (2010), en el secado de cocona a 70°C, con 6.8% de contenido de azúcares reductores, el valor obtenido se encuentra por encima de esta diferencia lo que puede haberse debido a la naturaleza y estructura en los tejidos del fruto y al contenido de azúcares totales de las frutas.

Cuadro N° 14: Análisis Químico Proximal Fresco y Deshidratado
(100 g. de pulpa de cocona)

DETERMINACIONES	FRESCO	DESHIDRATADO
Humedad (%)	92.42	10.05
Energía (cal.)	29.50	263.39
Proteína (%)	0.68	2.00
Grasa (%)	0.58	1.71
Ceniza (%)	0.65	2.24
Carbohidratos (%)	5.39	60.00
Fibra (%)	0.28	4.00
Vit.C (mg.)	12.52	5.98
Sólidos Totales (%)	7.58	89.95
Azúc. Totales (%)	4.62	45.97
Azuc.Reductores (%)	3.68	8.13
Azuc. No Reductores (%)	1.11	35.94

Fuente: Elaboración propia.

4.8. Balance de materia en la obtención de trozos de cocona (*S. sessiliflorum* Dunal) secos

En la Figura N° 31 se muestran el Balance de materia en trozos de cocona secos.

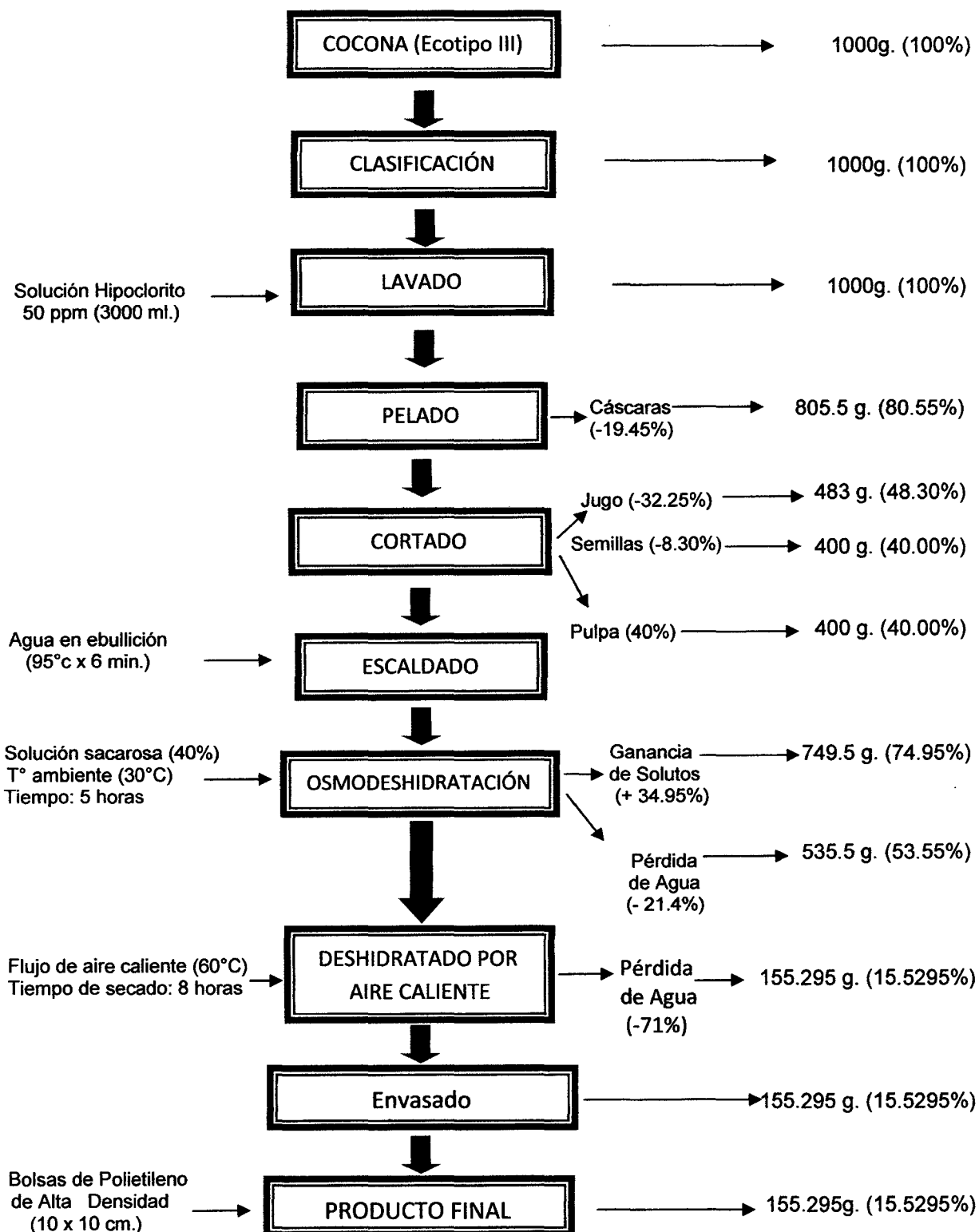


Figura N° 31: Balance de materia en la obtención de trozos de cocona (*S. sessiliflorum* Dunal) deshidratados.

En la Figura N° 31 el rendimiento de trozos de cocona es de 15.53%, es decir que por cada 100 gramos de cocona fresca, obtengo 15.5295 gramos de trozos de cocona deshidratada. Resultados similares superiores a los obtenidos en deshidratado de papaya que fue de 14% (Valdés, 2008) y de plátano de la Isla con 14% de rendimiento (Jorge, 2012).

4.9. Análisis Sensorial de Trozos de Cocona (*S. sessiliflorum* Dunal)

En la elección del mejor tratamiento de secado de trozos de cocona con pretratamiento de osmodeshidratación se realizó un análisis sensorial, con un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial (DBCA), empleando 10 jueces no entrenados pero posibles consumidores, los que a través de una ficha de evaluación (Cuadro N° 16) calificaron los atributos de color, olor, sabor, textura y apariencia general de los trozos de cocona deshidratada con los nueve tratamientos.

Al encontrarse diferencia significativa entre los nueve tratamientos (Cuadro N° 19, Cuadro N° 24, Cuadro N° 29, Cuadro N° 34) se realizó la prueba de medias de Tuckey con 5% de significancia (Cuadro N° 22, Cuadro N° 27, Cuadro N° 32, Cuadro N° 37), paralelo a la prueba se realizó el análisis de Superficie de respuesta para cada atributo.

A continuación se presenta la superficie de respuesta en el análisis sensorial de los trozos de cocona deshidratados.

4.9.1. Color

En la Figura N° 32, se presenta la superficie de respuesta para el COLOR donde las franjas rojas representan los tratamientos mejor aceptados por los panelistas.

El mejor tratamiento se obtuvo a 60°C y 40% de sacarosa, mientras que el menos aceptado fue el tratamiento a 40°C y 30% de sacarosa.

Se observa que a temperaturas altas y concentraciones elevadas el color es atractivo para los panelistas.

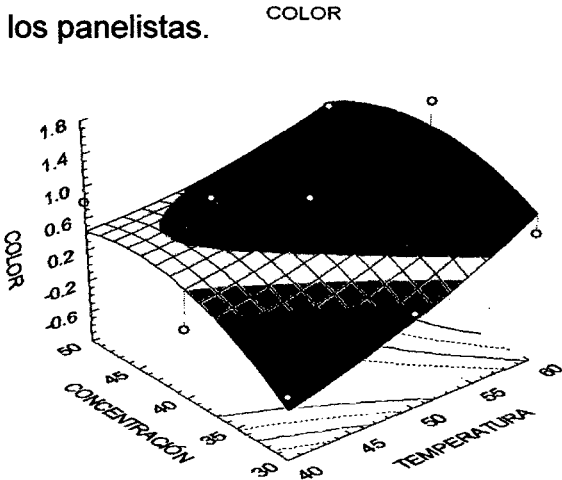


Figura N° 32: Superficie de respuesta en el análisis de color de los trozos de cocona deshidratados.

4.9.2 Olor

Como observamos en la Figura 33, el mejor tratamiento para el atributo Olor fue 50°C y 50% de sacarosa, también observamos que la mayoría de los tratamientos son negativos, esto se debe a que la retención de aromas es generalmente muy baja, pues los compuestos químicos que los producen (ácidos, ésteres, etc.) son arrastrados con el agua que se evapora en el secado (González, 1999). Estudios similares se realizaron con piñas deshidratadas con pretratamiento de deshidratación osmótica y secado por aire caliente donde la pérdida de olor fue significativa (Toro, 2000).

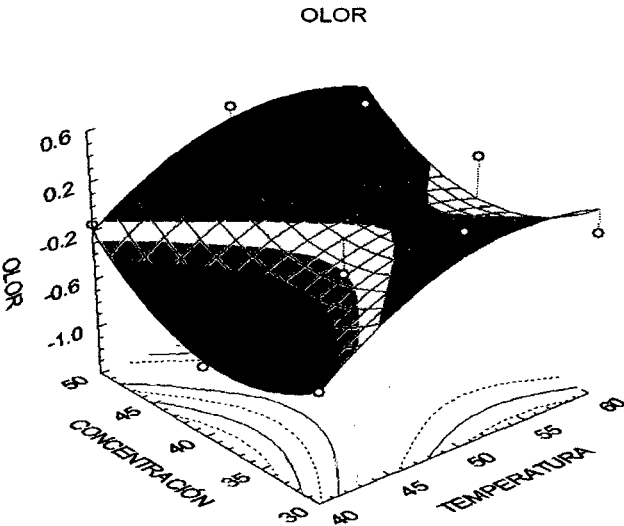


Figura N° 33: Superficie de respuesta en el análisis de olor de los trozos de cocona deshidratados.

4.9.3. Sabor

En la Figura 34 se presenta la superficie de respuesta para el sabor, observamos que las temperaturas y concentraciones altas son las de mayor aceptabilidad, ello ocurre por que el producto deshidratado sufre una significativa pérdida en la humedad inicial, y aumenta la concentración de aromas y sabores potenciando el sabor del producto proporcionando al alimento un mejor sabor, resultados similares se presentaron en el secado de banana (Gaspareto et al., 2004).

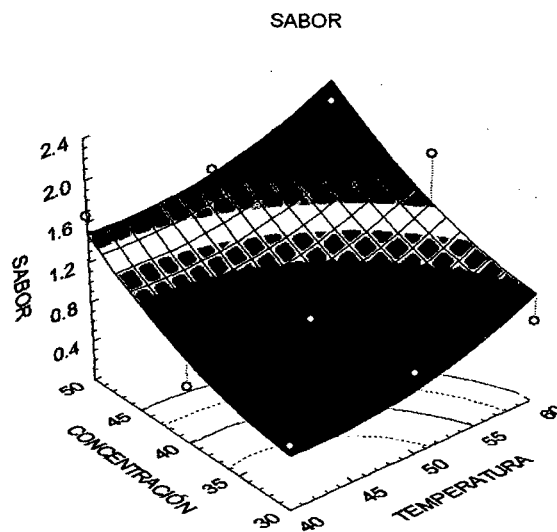


Figura N° 34: Superficie de respuesta en el análisis de sabor de los trozos de cocona deshidratados

4.9.4. Textura

En la Figura 35 observamos que los mejores tratamientos se encuentran a temperatura de 60°C y todas las concentraciones 30%, 40% y 50%) y a la concentración de 50% y todas las temperaturas. La textura mejora en tratamientos que resultan con baja actividad de agua, ya que se concentran los azúcares y el producto se vuelve más compacto y flexible mejorando la firmeza de los trozos de cocona lo que es una consecuencia de la pérdida de agua, el aumento del contenido de masa seca y el endurecimiento exterior de los trozos deshidratados debido a la cristalización del azúcar contenida en el jarabe que se utilizó como solución osmótica, hacen que ocurra un incremento de la firmeza. Resultados que coinciden con los obtenidos por Ayala (2001), en mango deshidratado.

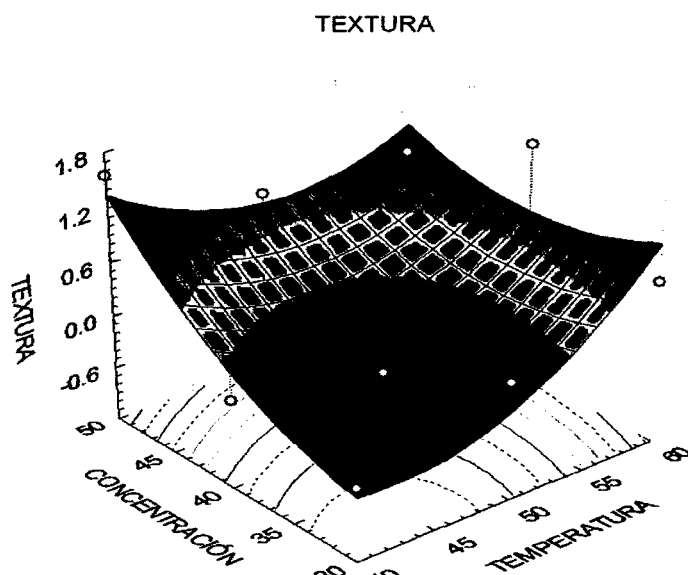


Figura N° 35: Superficie de respuesta en el análisis de textura de los trozos de cocona deshidratados.

4.10. ANÁLISIS DE TROZOS DE COCONA EMPACADOS

Al cabo de tres meses de almacenado de los trozos deshidratados de cocona se evaluó Actividad de Agua, humedad y un análisis microbiológico, presentándose los resultados en el Cuadro N°15.

El producto ha tenido una ligera ganancia de agua debido a que el empaque tiene cierta permeabilidad al agua, pero observamos que no existen riesgos microbiológicos por que la actividad de agua se mantiene por debajo de 0.60. Con base en la tabla de Resnik et al. (1997) podríamos decir que la disminución de la a_w hasta valores adecuados, menores a 0.60 permitirá la obtención de un alimento estable microbiológicamente, libre de la contaminación microbiana y de la proliferación de microorganismos.

El resultado de las muestras analizadas de trozos de cocona se encuentra dentro de los límites permitidos, tanto para microorganismos de contaminación fecal, como para los patógenos demostrando ser un producto seguro para su consumo humano.

Cuadro N° 15: Análisis de trozos de cocona empacados en Polietileno de Alta Densidad

Tipo de Análisis	Tiempo de Almacenamiento (meses)		Variación
	0	3	
Humedad en Base Seca (%)	10.05	10.08	0.03
Actividad de Agua (aw)	0.490	0.492	0.002
Análisis Microbiológico			Límite Permisible
Numeración de aerobios mesófilos viables (ufc/g)	n.d	2	10 ²
Numeración de coliformes (NMP/g)	n.d	< 3	5
Numeración E. Coli (ufc/g)	n.d	< 3	10
Numeración de Mohos (ufc/g)	n.d	3 x 10	10 ²
Numeración de Levaduras (ufc/g)	n.d	< 10	10 ²
Salmonella sp en 25 g	n.d	Ausencia en 25 g.	Ausencia

Fuente: Elaboración propia.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos generales y específicos planteados las conclusiones son las siguientes:

- ✓ El flujo de procesamiento para obtener trozos de cocona deshidratados fueron: Obtención de la Materia prima, selección y clasificación, lavado, pelado, cortado, escaldado, osmodeshidratación, deshidratado por aire caliente, envasado y almacenamiento. Mientras que los parámetros para la Obtención de trozos de cocona deshidratados son los siguientes:
 - Madurez: Relación de °Brix/ S.S debe ser cercano a 11.
 - Escaldado: 95°C y 6 minutos de inmersión de trozos de cocona.
 - Osmodeshidratación: Solución con sacarosa de 40%, a temperatura ambiente y tiempo de inmersión de 5 horas.
 - Deshidratado por aire caliente: 60°C de temperatura y un tiempo de 8 horas.
 - Envasado: Bolsas de Polietileno de Alta Densidad.

- ✓ Se estableció la cinética de secado de trozos de cocona descrita coherentemente con el modelo difusional dado por la ecuación de Fick, y se evaluó el coeficiente de determinación (R^2) con valores iguales o mayores que 0.97 y por lo tanto, permite determinar los coeficientes efectivos de difusión para las condiciones operacionales empleadas.

- ✓ Se evaluaron las características organolépticas, de trozos de cocona deshidratada donde el mejor tratamiento de osmodeshidratación seguida por secado con aire caliente, fue a 60°C con 40% de sacarosa, con mejores características organolépticas en color, sabor y textura. Se evaluaron las características físicas de los frutos donde el espesor de la pulpa fresca de 7.3 mm de espesor se redujo a 3.5 mm., en el proceso de secado y en las características químicas resaltó la pérdida de Vitamina C con un porcentaje de 52.23%.

VI. RECOMENDACIONES

- ✓ Hacer estudios con otras concentraciones en las soluciones empleadas y otros agentes osmodeshidratantes como azúcares, sales, miel, glucosa, fructosa, etc. y temperaturas de secado mayores a 60°C, empleando frutas que puedan conservar las características organolépticas luego del procesamiento.
- ✓ Implementar los laboratorios y adquirir reactivos para realizar análisis de macro y micro nutrientes (vitaminas, minerales, hierro, calcio, etc.) en los alimentos.
- ✓ Incentivar a los estudiantes en realizar investigaciones y desarrollo de nuevos productos procesados mínimamente.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. **A.O.A.C. (2000).** Official methods of analysis. [aut. libro] Association of Official Analytical Chemist. 17.
2. **Alvarado, W. (2006).** Estudio de la Deshidratación Osmótica como Pretratamiento para el proceso de secado por Aire en Piña (Ananas Comosus) de la Variedad Milagreira o Perolera.<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/4349/1/6869.pdf>. [En línea].
3. **Andrade, J. S, Rocha I, M A and Silva Filho, D. F. (1997).** Características físicas y composición química de frutos de poblaciones naturales de cocona (*solanum sessiliflorum* Dunal) evaluadas en. Revista Brasileña de Fruticultura. Brasil : s.n.
4. **Aqualab. (2006).** Actividad de Agua en los Alimentos. www.aqualab.com. [En línea]
5. **Ayala, A. (2001).** Aplicación de la deshidratación osmótica e impregnación a vacío en la crioprotección de mango, . España : Universidad Politécnica de Valencia.
6. **Barbosa, G. V. y Vega, M. H. (2000).** Deshidratación de Alimentos. Zaragoza - España : Acribia S.A. pp. 235 - 251.
7. **Barra, P. J. S. (2009).** Desarrollo de Snack en base a zanahoria (*Daucus carota* L.) variedad ábaco deshidratada osmóticamente para consumidores infantiles. http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2009/qf-barra_j/pdfAmont/qf-barra_j.pdf. [En línea] Universidad de Chile - Facultad de Ciencias Químicas y farmacéuticas - Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química.
8. **Barrera, J; Hernández, M S; Murcia, S; Fajardo, M. (1999).** Cambios fisiológicos y fisicoquímicos durante el desarrollo de la fruta de cocona (*solanum sessiliflorum* Dunal). Memorias VI congreso de la sociedad Colombiana de Fitomejoramiento y Producción de cultivos. Villavicencio, Meta : s.n.
9. **Bemiller, J. N. and Whistler, R. L. (1996).** Carbohydrates. [book auth.] O.R. Fennema. Food Chemistry. New York : Marcel Dekker, Inc.
10. **Bohórquez, P. D; Barrera, G. J. and Oviedo, A E. (2001).** Caracterización fisicoquímica y bromatológica de tres Ecotipos de Cocona (*solanum sessiliflorum* Dunal) cultivados en el pie de Monte Caqueteño. Trabajo realizado como parte de las Investigaciones dentro del Convenio. s.l. Sinchi Universidad de la Amazonía.
11. **Braverman, J. (1998).** Introducción a la Bioquímica de Alimentos. Nueva Edición. s.l. : El Manual Moderno. págs. 283,287,289,291.
12. **Brennan, J; Butter, B; Cowel Lily. (1998).** Las operaciones de la Ingeniería de los alimentos. 2da Edición. Zaragoza - España : Acribia.
13. **Brucher, H. (1973).** "Plantas útiles de origen neotropical y sus parientes silvestres". Berlín : s.n.
14. **Camacho, G. (2002).** Empleo en la deshidratatción osmótica en frutas. [www. virtual. unal. edu.co/cursos/agronomia/2006228/index.html](http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2006228/index.html). [En línea]

15. **Cao, H. M.; Z, Mujumdar. A.; Du, W.; Sun, J. (2006).** Optimization of Osmotic dehydration of Kiwifruit. *Drying Technology*. vol. 24., 89 - 94.
16. **Carbajal, C. y Balcazar, L. (1996).** Determinación de algunos parámetros para la evaluación fenotípica de características de plantas de cocona (*solanum topiro* HBK) en Tropicultura. s.l. : Editorial Unas, Vol. 2, pp. 27 - 40.
17. **Carbajal, T. C. y Balcazar, R L. (1998).** Cultivo de Cocona (*solanum sessiliflorum* Dunal). Perú, Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana (IIAP). Tingo María : s.n. Programa de Biodiversidad.
18. **Castillo, O. M. E. (2007).** "Diseño del Proceso de Obtención de Trozos Secos de Carambola (*Averrhoa carambola* L.) Tratados Osmóticamente". [aut. libro] Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. Tesis de Grado. Guayaquil - Ecuador : Escuela Superior Politécnica del Litoral.
19. **Cavalcante, P. (1988).** Frutas Comestiveis da Amazonia. Belén - Para : s.n.
20. **Chavarro, C. M. and Isabel O., C. M.z. (2006).** Efecto de la madurez, geometría y presión sobre la cinética de transferencia de masa en la deshidratación osmótica de papaya (*Carica papaya* L., var. Maradol). http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-20612006000300018&script=sci_arttext. [Online] Ciencia y tecnología de alimentos, vol 26 - N° 03, Septiembre. Campiñas.
21. **Cheftel, J. (1998).** Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos. Zaragoza-España : Acribia. págs. 291-308. Vol. 2.
22. **Chen, C. y Johnson, W. (1969).** "Kinetics of moisture movement in hygroscopic materials", *Trans A.S.A.E.* pp. 109 - 115. Vol. 12.
23. **Cortes, A. H; A. Mendoza, A. and H. y L., Erasmo. (1997).** Efectos Fisicoquímicos del deshidratado osmótico de zapote mamey (*Pouteria Zapota*). <http://www.smbb.com.mx/congresos%20smbb/queretaro11/TRABAJOS/trabajos/III/carteles/CIII-63.pdf>. [Online] .
24. **Coste, E. B. (2007).** Selección, entrenamiento y comprobación de jueces para un panel analítico de queso banquete de Tandil. Doctorado. Argentina : Universidad Nacional de Lomas de Zamora.
25. **Desroisier, N. W. (1990).** Conservación de los Alimentos. Zaragoza - España : Acribia.
26. **Doymas, I. y Pala, M. (2003).** The Thin layer drying characteristics of com, *Journal of Food Engineering*. Amsterdam : Elsevier, Vols. 60,N° 2, pp. 125 - 130.
27. **Duarte, O; Leiva, R y Huete, M. (2000).** Estudios de la Propagación sexual y asexual de la cocona (*solanum sessiliflorum* Dunal). Sociedad Tropical de Horticultura. s.l. : Pro Interamerican 44. pp. 98 - 101.
28. **Dow, Ch. (1995).** Polyethylene: Latinoamérica: Mercados y Aplicaciones. www.dow.com/polyethylene/la/es/application/packaging/dry.htm. [En línea]

29. **Erazo, R. Y. (1996).** Lulo Amazónico - Cocona (*solanum* sp). Caquetá : s.n.
30. **Espinoza, Z. P. (1990).** Estudio de Posibilidades de Industrialización de la Cocona.
31. **Fajardo, M. and Murcia, S. (1998).** Determinación del momento óptimo de cosecha y elaboración de productos osmodeshidratados de la cocona (*solanum sessiliflorum* Dunal) en el pie de Monte Caqueteño,. [book auth.] Universidad Jorge Tadeo Lozano. Tesis Facultad de Ingeniería de los Alimentos. Bogotá : s.n.
32. **FAO, TCA. (1996).** Procesamiento a pequeña escala de frutas y hortalizas amazónicas. [aut. libro] Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile : s.n.
33. **Fernández. (1988).** Biología Floral de *Solanum sessiliflorum* var. Sessiliflorum na regioao de Manaus Am. 3 - 4. págs. 55 - 65. Vol. 18.
34. **Fernandez, M. y Piñero, B. (2006).** Superficie de Respuesta, Métodos y Diseño. s.l. : Mancher, 2006.
35. **Flores, S. (1997).** Cultivo de frutales nativos amazónicos. Tratado de Cooperación Amazónica. Lima : s.n. pág. 307.
36. **Gahona, H. (2000).** Actividad del Agua. Chile : Universidad de la Serena, 2000.
37. **Gaspareto, O.C.P; Oliveira, E.L.; Da Silva, P.D.L.; Magalhaes, M.M.A. (2004).** Influencia del Tratamiento Osmótico en el Secado de la Banana "Nanica" (*Musa cavendishii*, L.) en Secador de Lecho Fijo. RN-BRASIL : Univ. Federal do Rio Grande do Norte, Programa de Post-Graduación de Ingeniería Química, Núcleo Tecnológico.
38. **Geankoplis, C. J. (1998).** Procesos de Transporte y operaciones unitarias. México D.F. : Continental S.A., págs. 580 - 585.
39. **Genina, P. (2002).** Deshidratación Osmótica Alternativa para la conservación de frutas tropicales.www.cinvestav.mx/publicaciones/avayper/sepcto2/DESHIDRATACION.PDF.0 1 Dic.2004. [En línea]
40. **Gimferrer, M. N. (2008).** El agua en los alimentos. Fundación Eroski. [En línea] 26 de Marzo de 2008 .[www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnología/ 2008 /03 /26/1756 13.php](http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnología/2008/03/26/175613.php).
41. **Gonzales, G. E. (1999).** Viabilidad de la piña colombiana variedad Cayena lisa para su industrialización combinando las operaciones de deshidratación osmótica. Valencia, España. : Universidad Politécnica de Valencia, departamento de Tecnología de Alimentos.
42. **Hart, F. L. (1991).** Análisis Moderno de los Alimentos. Zaragoza,España : Acribia, 1991.
43. **Hernández, M. S., Barrera, J., Páez, D., Oviedo, E., & Romero, R. (2004).** Aspectos Biológicos y conservación de frutas promisorias de la amazonia Colombiana. Produmenios.

44. **Hogekamp, S. and Schubert, H. (2003).** Rehydration of food powders. s.l. : J Food Science and TechnolInternat, 2003, Vol. 9, 3, pp. 223 - 235.
45. **James, C. S. (1999).** Analytical Chemistry of Food. New York : Second Edition, Aspen Publishers, 1999.
46. **Jarayaman, K. S. and Dasgupta, D K. (1995).** "Drying of fruits and vegetables". [book auth.] Mujumdar A.S. Handbook of Industrial Dying. New York : Marcel Dekker Inc, 1995, pp. 643 - 690.
47. **Jorge, D. J. E.(2012).** *Deshidratación de Frutas Tropicales Orgánicas con Energía Solar*. Chanchamayo - Perú, Enero de 2012.
48. **Konica M. S. INC. (2003).** Comunicación Precisa de los colores. [www 2. konicaminolta.eu/eu/Measuring/pcc/es/part4/index.html](http://www.2.konicaminolta.eu/eu/Measuring/pcc/es/part4/index.html). [En línea]
49. **Krokida, M. and Maroulis, Z B. (2001).** Structural Properties of dehydrated products during rehydration. International Journal of Food Science and Technology., Vol. 36, 5, pp. 529 - 538.
50. **Laboratorio de Referencia Regional, Dirección Regional de Salud Tarapoto. (2013).** Informe de Ensayo basado en la Norma 591 - 2008/Minsa Grupo 4. Tarapoto : s.n.
51. **Lazárides, H N; Fito, P; Chiralt, A; Gekas, V; Lenart, A. (1999).** "Advances in Osmotic Dehydration". [book auth.] R P Singh and A R Oliveira F. Minimal Processing of Food and Process Optimization. Boca Raton : CRC Press, pp. 175 - 200.
52. **Leiva R., D. y Gomez G., D. P. (2004).** Efecto del pretratamiento de deshidratación osmótica sobre las propiedades fisicoquímicas de la papaya (*carica papaya* L.) en un proceso de liofilización . Universidad de la Sabana - Facultad de Ingeniería de Producción Agroindustrial. [Online] Campus Puente del Común - Chia.
53. **León, J. (1987).** "Botánica de los cultivos tropicales". IICA. San José, Costa Rica : s.n. pág. 171.
54. **Lewiki, P P. (1998).** [aut. libro] drying and rehydration on plant tissue properties. Effect of pre-drying treatment. Review International J Food Properties, Vol. 1, págs. 1 - 22.
55. **Lima, J. (1999).** Actividad Acuosa. [www./club.telopolis.com/ohcop/adobleve.html](http://www.club.telopolis.com/ohcop/adobleve.html). [En línea]
56. **Machado, A. V.;Oliveira E. L.;Santos E. S. (2010).** Estudio del Secado de Anacardo (*Anacardium occidentale* L.) mediante Secador Solar de Radiación Directa. Brasil : Universidade Federal do Rio Grande do Norte-UFRN, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química – PPGEQ, Núcleo Tecnológico, Campus Universitário s/n, 59072-970 Natal, RN-Brasil.
57. **Martinez, C. J. (2008).** Análisis experimental del secado de semillas de pimienta grande (dp = 7.55) en un lecho fluidizado al vacío empleando aire. Requisito parcial para obtener el título en Licenciatura en Ingeniería Mecánica. Puebla : Universidad de las Américas.

58. **Martinez, M. (2010).** Análisis de Alimentos. I.<http://oscarmm.mayo.uson.mx/alimentos.htm>. [En línea]
59. **Mincetur. (2010).** Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. www.mincetur.gob.pe/comercio/ueperu. [En línea]
60. **Muñiz, B. S.; García, P. A.; Calderin, G. A.(2011).** Evaluación de la Calidad de la Fruta Bomba (*Carica papaya* L.)variedad Maradol roja deshidratada utilizando el método de deshidratación osmótica. [book auth.] Universidad Agraria de La Habana Fructuoso Rodriguez Pérez. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. 1 Enero - Marzo. 2011, Vol. 20, pp. 52 - 56.
61. **Nollet, L. M. (1996).** Hanbook of food analysis. New York : M. Dekker, 1996.
62. **Pahlen A, V D. (1997).** Cocona (*Solanum topiro*) un fruto del Amazonas. La cosecha Amazónica. Vol. 7, págs. 301 - 107.
63. **Palou, E; López, A; Argaiz, A; Welti, J. (1993).** Deshidratación Osmótica de Papaya. Efecto de la Concentración del Jarabe. España : Revista Española de Ciencia y tecnología de Alimentos, Vol. 33, 6, pp. 621 - 630.
64. **Panadés, G; Treto, O; Fernández, C; Castro, D; Nuñez, M. (1996).** Pulse vacuum osmotic dehydration of guava. Food Science and Technology International. 1996, Vol. 2, págs. 301 - 306.
65. **Patiño, V. M. (1963).** Plantas Cultivadas y animales domésticos en América Equinoccial. 1. Cali : Imprenta Departamental Cali. págs. 408 - 411.
66. **Paredes, V. (2010)** "Evaluación Nutricional de Cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) deshidratadas por métodos de bandeja a tres temperaturas",Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador
67. **Paytan, S F. (1997).** Cultivo de frutos nativos amazónicos. Manual para el Extensionista. Lima : Tratado de Cooperación Amazónica, 1997, págs. 71 - 76.
68. **Pinzón, M., García, L. y Mejía, P. (2000).** Efecto de los tratamientos osmóticos sobre el color y la actividad enzimática en rodajas de carambolo (*Averrhoa carambola* L.). s.l. : Biblioteca Nacional de Ciencia y Tecnología "Victor Bavo Ahuja".
69. **Pott, I; Neidhart, S; Muhlbauer, W; Carle, R. (2005).** Quality improvement of non-sulphited mango slices by. s.l. : Innovative Food Science. pp. 412 - 419.
70. **Pritchard, M. K. and Adam, L R. (1994).** Relationship between fry color and sugar concentration in stored Russet,Burbank and Shepody potatoes. s.l. : American Potato Journal. pp. 59 - 66.
71. **Ramallo, L. y Mascheroni, R. (2008).** Retención del Ácido Ascórbico en Anana durante la deshidratación osmótica y el secado. <http://www.fcai.uncu.edu.ar/upload/49atc-ramallo-unam.pdf>. [Online]

72. **Resnik, S. y Chirife, J. (1997).** IV Seminario avanzado de Tecnología.
73. **Reyes, P. (2008).** Optimización de procesos con superficies de respuesta. México D.F. : Edición Trillas.
74. **Ribeiro, B G. (1990).** Clasificación de los suelos y horticultura Desana In: Ethnobiology: Implications and applications. Procceding of the First International Congress of Ethnobiology. Goeld : s.n.págs. 11 - 26.
75. **Salick, J. (1987).** Cocona (*solanum sessiliflorum* Dunal) an Overview of productions and breeding potentials. International Symposium on new crops for food and industry Southampton. s.l. : University Southampton, 1987, págs. 125 - 129.
76. **Sanchez, D. (1985).** Concentración y Deshidratación. [www. alimentos net. com.ar/trabajos/sanchezedwards/concentracionsecadoatomizaciondalimentos.doc](http://www.alimentos.net.com.ar/trabajos/sanchezedwards/concentracionsecadoatomizaciondalimentos.doc). [En línea] 1985.
77. **Schultes, R. E. (1984).** "Cultígenos amazónicos y sus migraciones hacia el norte en tiempos Precolombinos". [ed.] Harvard University Press. Migraciones de Planta Prehistórica. 1984, pp. 19 - 38.
78. **Schwartz, M. (1993).** Conservación de frutas por métodos combinados. Una alternativa de interés para los productores y la agroindustria. s.l. : Congreso Agronómico Sociedad Agronómica de Chile, 1993, pág. 44.
79. **Singh, P. and Heldman, D. (1998).** Introducción a la Ingeniería de los Alimentos. Zaragoza : Acribia S.A., 1998. pp. 455 - 461.
80. **Silva Filho, D. ; Clement, C R; Noda, H. (1990).** Relación entre descriptores de los frutos y poblaciones de cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) evaluadas en el Aamazónas Central. Brasil : Revista Brasileña de Fruticultura, 1990. pp. 67 - 70. Vol. 10.
81. **Silva Filho, D F, Filho, C J; Noda, H. (1994).** Variabilidad Genética en Poblaciones Naturales de Cocona del Amazonas. Horticultura Brasileira. Brasil : s.n., 1994, Vol. 14, pp. 9 - 15.
82. **Silva, Filho; Noda, H; Paiva, W O; Machado, F M. (1997).** Hortalizas no convencionales e introducidas en el amazonas en dos décadas de contribución del INPA para investigación agronómica en el trópico húmedo. INPA. Manaos : Hiroshinoda, 1997. pp. 19 - 58.
83. **Silva Filho, D F; Filho, C J; Noda, H. (1998).** Estimaciones herencias y correlacionesentre caracteres en poblaciones de cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) del Amazonas. Revista Brasileña de Fruticultura. 1998, Vol. 20, 1.
84. **Silva Filho y Noda, H. (1999).** Variacao fenotípica en frutos de cubiu (*solanum sessiliflorum* Dunal) avaliadas em Manaus AM. Acta Amazónica. Brasil : s.n., 1999, Vol. 19, pp. 9 - 18
85. **Soysal, Y. (2004).** Microwave Drying characteristics of parsley. Byosstems Engineering. Vol. 89, págs. 167 - 173.

86. **Tecante, C A. (2005).** Operaciones Unitarias Alimentarias. [ed.] Facultad de Química. s.l. Universidad Nacional Autónoma de México.
87. **Teijón R. and Teijón L, C. (2000).** Sacarosa. Bioquímica Estructural: Conceptos y tests. p. 216.
88. **Toro, G. (2000).** Influencia del procesamiento de la piña var. cayena lisa combinando las operaciones de impregnación a vacío, deshidratación osmótica y secado con aire caliente, sobre características de textura, color y propiedades fisicoquímicas en un producto tipo snack. Santafé de Bogotá : Universidad de la Sabana, Tesis de la Facultad de Ingeniería, Ingeniería de Producción Agroindustrial.
89. **Torrenegra, M.; Cabarcas, A.; Carriazo, L.; Carrillo, A.; Castellar E.; Jimenez, J. (2011).** Escaldado de Frutas y Hortalizas y Encarado. [aut. libro] Facultad de Ingeniería de Alimentos. Universidad de Cartagena. Cartagena : s.n.
90. **Torres, F. V. I. (2010).** Determinación del Potencial Nutritivo y Funcional de Guayaba (*Psidium guajava* L.), Cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) y Camu Camu (*Myrciaria dubia* Vaugh). Quito : Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria.
91. **Valdés P. (2008).** Manual de Deshidratación I. *Frutas y Hortalizas*. [En línea] Septiembre de 2008. <http://manualdeshidratacion.blogspot.com/2008/09/frutas-y-hortalizas.html>.
92. **Vanaclocha, A. y Requena, A. (2003).** Procesos de Conservación de Alimentos II. Madrid : Mundi - Prensa, p. 322.
93. **Vega, A. (2003).** Estudio de la deshidratación y rehidratación del pimiento rojo (*Capsicum Annuum* L.) var Lamuyo (Tesis Doctoral). [aut. libro] Departamento de tecnología de Alimentos. Universidad Politécnica de Valencia (UPV). España : s.n.
94. **Villachica, H. (1996).** "Cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) en frutales y hortalizas promsorios del Amazonas". Lima : Secretaria Pro - Tempore, 1996. págs. 98 - 102.
95. **Wahlen, M D, Costish, D E and Heiser, C B. (1981).** Taxonomy of section Lasiocarpa Gentes Herbarrum. [ed.] Campiñas S.P. Brasil : s.n., 1981, Vol. 12, pp. 41 - 129.
96. **Yuyama L. ; Aguilar, J. ; Macedo S. ; Goia, T; Silva F. (1997).** Composición centesimal de diversas poblaciones de cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) de la Estación Experimental del Instituto Nacional de Investigación del Amazonas INPA. Anuales del II Simposio Latino Americano de Ciencias de Alimentos. Campiñas S.P. : s.n.
97. **Yuyama K; Macedo S, H M; Yomkura, L; Aguilar, J P; Silva Filho, D F; Yuyama, K. (1998).** Contenidos de Minerales en algunas poblaciones de cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) datos preliminares. Anuales del XVI Congreso Brasileño de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Rio de Janeiro RJ : Brasil.
98. **Yuyama, L. K O; Macedo, S. H M; Aguiar, J. P L; Filho, S; Yuyama, K; Favaro T; Vasconcellos, A. (2007).** Quantificação de macro e micro nutrientes em algumas etnoviedades de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal). [http:// translate.google.com /#pt /es/](http://translate.google.com/#pt/es/). [Online].

99. **Zanoni, B.; Peri, C.; Nani, R.; Lavelli, V. (1999).** Oxidative heat damage of tomato halves as affected by drying. *Food Research International*, 31 (5).
100. **Zapata J. (1998).** Determinación de parámetros cinéticos del alcohol etílico como agente osmodeshidratante. [ed.] Tesis: Especialista en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Medellín, Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias, pág. 101.
101. **Zapata, J and Castro, G. (1999).** Cinética de la deshidratación osmótica de piña con alcohol etílico como osmodeshidratante. Universidad Nacional de Colombia. Colombia : s.n.

VIII. ANEXOS



PERÚ

Ministerio
de Salud

INFORME DE ENSAYO DE SOLIDOS SEMISOLIDOS
Y LIQUIDOS A LA TEMPERATURA AMBIENTE
DE LA LEY N° 29572
DE LA LEY N° 29572
DE LA LEY N° 29572

"Año de la Inversión para el desarrollo rural y la seguridad alimentaria"

INFORME DE ENSAYO N° 072 - P/2013

SOLICITANTE: CINDY MARILYN SILVA CORREA							
Dirección: Tarapoto							
Tesis: Deshidratación de trozos de cocona por flujo de aire caliente con pre tratamiento de Osmodeshidratación por sacarosa							
DATOS DE LA MUESTRA (proporcionados por el solicitante)						CONTROLEN EL LABORATORIO ANALITICO	
Forma de presentación	Bolsa transparente de primer uso, conteniendo 300 g de muestra					Fecha recepción: 19.02.2013	
Muestreador	Tesisista					Fecha inicio del Ensayo 19.02.2013	
Lugar de muestreo	Laboratorio Universidad Nacional San Martín						
Fecha y hora inicio de muestreo	12.11.2012 7:30 am						
R E S U L T A D O							
ENSAYO							
COO. LAB	MUESTRA	Numeración Aerobios Mesófilos viables (UFC/g)	Numeración Coliformes (NMP/g)	Numeración E. Coli (UFC/g)	Numeración Mohos (UFC/g)	Numeración Levaduras (UFC/g)	Salmonella sp En 25 g
091	Coconas deshidratadas	02	<3	<3	3 x 10	< 10	Ausencia/25 g
MÉTODOS		ISO 4833-2003	ISO 4831-2008	ISO 7251-2005	ISO 7854-1987	ISO 7854-1987	ISO 7854-1987
Nota: <3, <10 Es el límite inferior de detección del método							

Los resultados del presente Informe de Ensayo corresponden sólo a la cantidad de muestra sometida a ensayo en cada caso. Muestras agotadas en los ensayos

OBSERVACION: La muestra se encuentra dentro del límite bacteriológico permisible de la Referencia; NTS N°071 MINSADIGESA-V.01 RM. N° 591-2008/ Minsa.

Morales, 25 de Febrero del 2013

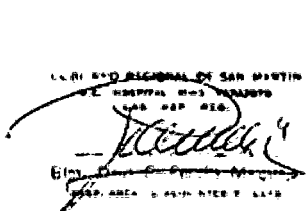

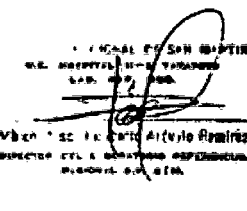




Figura N° 36: Informe de Ensayo bacteriológico realizado en el Laboratorio referencial de San Martín.

Fuente: Elaboración propia (Laboratorio de Referencia Regional, 2013).

**8.1. MODELO DE ENCUESTA REALIZADA PARA TRATAMIENTOS DE SECADO
DE TROZOS DE COCONA DESHIDRATADOS.**

Ante usted se presentan 9 muestras numeradas al azar. Evalúe cada una de ellas, colocando una X según la escala que crea conveniente.

Cuadro N° 16: Ficha de Encuesta para trozos de Cocona Deshidratados.

Código:795				
Escala	Color	Olor	Sabor	Textura
Me gusta mucho				
Me gusta ligeramente				
Ni me gusta ni me disgusta				
Me disgusta ligeramente				
Me disgusta mucho				
Código:356				
Escala	Color	Olor	Sabor	Textura
Me gusta mucho				
Me gusta ligeramente				
Ni me gusta ni me disgusta				
Me disgusta ligeramente				
Me disgusta mucho				
Código:568				
Escala	Color	Olor	Sabor	Textura
Me gusta mucho				
Me gusta ligeramente				
Ni me gusta ni me disgusta				
Me disgusta ligeramente				
Me disgusta mucho				
Código:124				
Escala	Color	Olor	Sabor	Textura
Me gusta mucho				
Me gusta ligeramente				
Ni me gusta ni me disgusta				
Me disgusta ligeramente				
Me disgusta mucho				
Código:653				
Escala	Color	Olor	Sabor	Textura
Me gusta mucho				
Me gusta ligeramente				
Ni me gusta ni me disgusta				
Me disgusta ligeramente				

Código:225				
Escala	Color	Olor	Sabor	Textura
Me gusta mucho				
Me gusta ligeramente				
Ni me gusta ni me disgusta				
Me disgusta ligeramente				
Me disgusta mucho				
Código:947				
Escala	Color	Olor	Sabor	Textura
Me gusta mucho				
Me gusta ligeramente				
Ni me gusta ni me disgusta				
Me disgusta ligeramente				
Me disgusta mucho				
Código:343				
Escala	Color	Olor	Sabor	Textura
Me gusta mucho				
Me gusta ligeramente				
Ni me gusta ni me disgusta				
Me disgusta ligeramente				
Me disgusta mucho				
Código:766				
Escala	Color	Olor	Sabor	Textura
Me gusta mucho				
Me gusta ligeramente				
Ni me gusta ni me disgusta				
Me disgusta ligeramente				
Me disgusta mucho				
Código:439				
Escala	Color	Olor	Sabor	Textura
Me gusta mucho				
Me gusta ligeramente				
Ni me gusta ni me disgusta				
Me disgusta ligeramente				
Me disgusta mucho				
Me disgusta mucho				

Cuadro N° 17: Valores de la escala de 5 puntos

Escala	Valores
Me gusta mucho	2
Me gusta ligeramente	1
Ni me gusta ni me disgusta	0
Me disgusta ligeramente	-1
Me disgusta mucho	-2

8.1.1. Prueba de Anva y Tuckey (5%) para los 9 tratamientos de Secado de Trozos de Cocona

8.1.1.1. Color

Cuadro N° 18: Diseño de Bloques Completamente al Azar

PANELISTAS	VELOCIDAD DE AIRE (1.1 m/s)									TOTAL
	40°C			50°C			60°C			
	30%	40%	50%	30%	40%	50%	30%	40%	50%	
1	-1	-1	1	0	0	0	2	2	0	3
2	1	-1	1	1	0	0	0	1	1	4
3	-1	0	0	-1	1	-1	0	1	1	0
4	-1	0	1	-1	2	1	0	2	1	5
5	-1	0	0	-1	0	-1	0	2	1	0
6	-1	0	1	-1	0	1	0	2	1	3
7	-1	-1	1	0	1	0	0	1	1	2
8	-1	-1	1	1	2	0	0	2	0	4
9	1	-1	0	0	1	0	0	2	1	4
10	-1	0	0	1	1	0	2	1	1	5
TOTAL	-6	-5	6	-1	8	0	4	16	8	30
PROMEDIO	-0.6	-0.5	0.6	-0.1	0.8	0	0.4	1.6	0.8	

Cuadro N° 19: ANVA para Color

COLOR	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADO	F 0.05	Significancia
PANELISTAS	9	3.33	0.37	0.76	2.02	N.S.
TTO	8	39.80				
Temperatura	2	18.60	9.30	19.20	3.13	**
% de sacarosa	2	8.87	4.43	9.15	3.13	*
Tº x % sacarosa	4	12.33	3.08	6.37	2.50	*
Error Experimental	72	34.87	0.48			

$Sp = 0.4842593/10 = 0.22$

Cuadro de Tuckey = $Qa(0.05) = 4.424$

$W(A.E.S.) = 0.22 \times 4.424 = 0.9735$

Cuadro N° 20: Resultados ordenados en forma descendente de acuerdo a los promedios obtenidos en el análisis sensorial del atributo COLOR.

ATRIBUTO	Temperatura (°C)	Porcentaje sacarosa (%)	de Tratamiento	Promedio Ordenado	SIGNIFICANCIA
COLOR	60	40	H	1.6	CGFDBA
	60	50	I	0.8	BA
	50	40	E	0.8	BA
	40	50	C	0.6	BA
	60	30	G	0.4	A
	50	50	F	0.0	---
	50	30	D	-0.1	---
	40	40	B	-0.5	---
	40	30	A	-0.6	---

Las letras subrayadas en negrita son altamente significativos **

Cuadro N° 21: Promedios para Color

H=1.6	I=0.8	E=0.8	C=0.6	G=0.4	F=0	D=-0.1	B=-0.5	A=-0.6
-------	-------	-------	-------	-------	-----	--------	--------	--------

Cuadro N° 22: Tuckey (5%) para color

COMPARACIÒN			DIFERENCIA ABSOLUTA	A.E.S.(T)	SIGNIFICANCIA
H	&	I	0.8	0.9735	N.S.
H	&	E	0.8	0.9735	N.S.
H	&	C	1	0.9735	*
H	&	G	1.2	0.9735	*
H	&	F	1.6	0.9735	*
H	&	D	1.7	0.9735	*
H	&	B	2.1	0.9735	**
H	&	A	2.2	0.9735	**
I	&	E	0	0.9735	N.S.
I	&	C	0.2	0.9735	N.S.
I	&	G	0.4	0.9735	N.S.
I	&	F	0.8	0.9735	N.S.
I	&	D	0.9	0.9735	N.S.
I	&	B	1.3	0.9735	*
I	&	A	1.4	0.9735	*
E	&	C	0.2	0.9735	N.S.
E	&	G	0.4	0.9735	N.S.
E	&	F	0.8	0.9735	N.S.
E	&	D	0.9	0.9735	N.S.
E	&	B	1.3	0.9735	*
E	&	A	1.4	0.9735	*
C	&	G	0.2	0.9735	N.S.
C	&	F	0.6	0.9735	N.S.
C	&	D	0.7	0.9735	N.S.
C	&	B	1.1	0.9735	*
C	&	A	1.2	0.9735	*
G	&	F	0.4	0.9735	N.S.
G	&	D	0.5	0.9735	N.S.
G	&	B	0.9	0.9735	N.S.
G	&	A	1	0.9735	*
F	&	D	0.1	0.9735	N.S.
F	&	B	0.5	0.9735	N.S.
F	&	A	0.6	0.9735	N.S.
D	&	B	0.4	0.9735	N.S.
D	&	A	0.5	0.9735	N.S.
B	&	A	0.1	0.9735	N.S.

8.1.1.2. Olor

Cuadro N° 23: Diseño de Bloques Completamente al Azar

PANELISTAS	VELOCIDAD DE AIRE (1.1 m/s)									TOTAL
	40°C			50°C			60°C			
	30%	40%	50%	30%	40%	50%	30%	40%	50%	
1	-1	-1	0	1	-1	1	0	0	0	-1
2	-1	-1	0	0	-1	0	0	0	0	-3
3	0	-1	0	0	-1	-1	-1	0	-1	-5
4	-1	-1	-1	0	0	1	0	0	1	-1
5	-1	-1	-1	0	-1	1	0	0	0	-3
6	-1	-1	0	0	-1	1	0	0	0	-2
7	-1	-1	0	0	-1	0	0	0	-1	-4
8	0	-1	0	1	0	-1	-1	0	1	-1
9	-1	-1	-1	0	0	1	0	0	0	-2
10	0	-2	0	1	-1	1	0	0	0	-1
TOTAL	-7	-11	-3	3	-7	4	-2	0	0	-23
PROMEDIO	-0.7	-1.1	-0.3	0.3	-0.7	0.4	-0.2	0	0	

Cuadro N° 24: ANVA para Olor

OLOR	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADO	F 0.05	SIGNIFICANCIA
PANELISTAS	9	2.01	0.22	0.83	2.024	N.S.
TTO	8	19.82				
Temperatura	2	8.96	4.48	16.71	3.134	**
% de sacarosa	2	6.16	3.08	11.49	3.134	**
Tº x % sacarosa	4	4.71	1.18	4.40	2.514	*
Error Experimental	72	19.29	0.27			

$Sp = 0.267901/10 = 0.16$

Cuadro de Tuckey = $Qa(0.05) = 4.424$

$W(A.E.S.) = 0.16 \cdot 4.424 = 0.7241$

Cuadro N° 25: Resultados ordenados en forma descendente de acuerdo a los promedios obtenidos en el análisis sensorial del atributo OLOR.

ATRIBUTO	Temperatura °C	Porcentaje de Sacarosa	Tratamiento	Promedio Ordenado	SIGNIFICANCIA
OLOR	50°C	50%	F	0.4	AEB
	50°C	30%	D	0.3	AEB
	60°C	40%	H	0.0	B
	60°C	50%	I	0.0	B
	60°C	30%	G	-0.2	B
	40°C	50%	C	-0.3	B
	40°C	30%	A	-0.7	---
	50°C	40%	E	-0.7	---
	40°C	40%	B	-1.1	---

Las letras subrayadas en negrita son altamente significativos **

Cuadro N° 26: Promedios para Olor

F=0.4	D=0.3	H=0.0	I=0.0	G=-0.2	C=-0.3	A=-0.7	E=-0.7	B=-1.1
-------	-------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------

Cuadro N° 27: Tuckey (5%) para Olor

COMPARACIÒN			DIFERENCIA ABSOLUTA	A.E.S.(T)	SIGNIFICANCIA
F	&	D	0.1	0.72410655	N.S.
F	&	H	0.4	0.72410655	N.S.
F	&	I	0.4	0.72410655	N.S.
F	&	G	0.6	0.72410655	N.S.
F	&	C	0.7	0.72410655	N.S.
F	&	A	1.1	0.72410655	*
F	&	E	1.1	0.72410655	*
F	&	B	1.5	0.72410655	*
D	&	H	0.3	0.72410655	N.S.
D	&	I	0.3	0.72410655	N.S.
D	&	G	0.5	0.72410655	N.S.
D	&	C	0.6	0.72410655	N.S.
D	&	A	1	0.72410655	*
D	&	E	1	0.72410655	*
D	&	B	1.4	0.72410655	*
H	&	I	0	0.72410655	N.S.
H	&	G	0.2	0.72410655	N.S.
H	&	C	0.3	0.72410655	N.S.
H	&	A	0.7	0.72410655	N.S.
H	&	E	0.7	0.72410655	N.S.
H	&	B	1.1	0.72410655	*
I	&	G	0.2	0.72410655	N.S.
I	&	C	0.3	0.72410655	N.S.
I	&	A	0.7	0.72410655	N.S.
I	&	E	0.7	0.72410655	N.S.
I	&	B	1.1	0.72410655	*
G	&	C	0.1	0.72410655	N.S.
G	&	A	0.5	0.72410655	N.S.
G	&	E	0.5	0.72410655	N.S.
G	&	B	0.9	0.72410655	*
C	&	A	0.4	0.72410655	N.S.
C	&	E	0.4	0.72410655	N.S.
C	&	B	0.8	0.72410655	*
A	&	E	0	0.72410655	N.S.
A	&	B	0.4	0.72410655	N.S.
E	&	B	0.4	0.72410655	N.S.

8.1.1.3. Sabor

Cuadro N° 28: Diseño de Bloques Completamente al Azar

PANELISTAS	VELOCIDAD DE AIRE (1.1 m/s)									TOTAL
	40°C			50°C			60°C			
	30%	40%	50%	30%	40%	50%	30%	40%	50%	
1	1	0	2	1	1	2	2	2	2	13
2	0	0	2	0	0	1	0	2	2	7
3	0	1	2	0	0	1	0	1	1	6
4	0	0	0	1	0	2	0	2	2	7
5	1	0	2	1	1	1	0	2	2	10
6	0	0	2	1	0	1	0	2	2	8
7	0	0	0	0	1	2	0	2	1	6
8	0	1	2	0	0	2	2	1	2	10
9	1	0	2	1	0	1	0	2	2	9
10	0	0	1	0	1	2	1	2	2	9
TOTAL	3	2	15	5	4	15	5	18	18	85
PROMEDIO	0.3	0.2	1.5	0.5	0.4	1.5	0.5	1.8	1.8	

Cuadro N° 29: ANVA para Sabor

SABOR	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADO	F 0.05	SIGNIFICANCIA
PANELISTAS	9	4.72	0.52	1.67	2.024	N.S.
TTO	8	37.42				
Temperatura	2	8.29	4.14	13.22	3.134	**
% de sacarosa	2	21.36	10.68	34.05	3.134	**
Tº x % sacarosa	4	7.78	1.94	6.20	2.514	*
Error Experimental	72	22.58	0.31			

$Sp = 0.31358025/10 = 0.177$

$\text{Cuadro de Tuckey} = Qa(0.05) = 4.424$

$W(A.E.S.) = 0.177 \cdot 4.424 = 0.7834$

Cuadro N° 30: Resultados ordenados en forma descendente de acuerdo a los promedios obtenidos en el análisis sensorial del atributo SABOR

ATRIBUTO	Temperatura °C	Porcentaje Sacarosa	de Tratamiento	Promedio Ordenado	SIGNIFICANCIA
SABOR	60°C	40%	H	1.8	GDEAB
	60°C	50%	I	1.8	GDEAB
	50°C	50%	F	1.5	GDEAB
	40°C	50%	C	1.5	GDEAB
	60°C	30%	G	0.5	---
	50°C	30%	D	0.5	---
	50°C	40%	E	0.4	---
	40°C	30%	A	0.3	---
	40°C	40%	B	0.2	---

Las letras subrayadas en negrita son altamente significativos **

Cuadro N° 31: Promedios para Sabor

H=1.8	I=1.8	F=1.5	C=1.5	G=-0.5	D=-0.5	E=-0.4	A=-0.3	B=0.2
-------	-------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	-------

Cuadro N° 32: Tuckey (5%) para Sabor

COMPARACIÒN			DIFERENCIA ABSOLUTA	A.E.S.(T)	SIGNIFICANCIA
H	&	I	0	0.78341064	N.S.
H	&	F	0.3	0.78341064	N.S.
H	&	C	0.3	0.78341064	N.S.
H	&	G	1.3	0.78341064	*
H	&	D	1.3	0.78341064	*
H	&	E	1.4	0.78341064	*
H	&	A	1.5	0.78341064	*
H	&	B	1.6	0.78341064	*
I	&	F	0.3	0.78341064	N.S.
I	&	C	0.3	0.78341064	N.S.
I	&	G	1.3	0.78341064	*
I	&	D	1.3	0.78341064	*
I	&	E	1.4	0.78341064	*
I	&	A	1.5	0.78341064	*
I	&	B	1.6	0.78341064	*
F	&	C	0	0.78341064	N.S.
F	&	G	1	0.78341064	*
F	&	D	1	0.78341064	*
F	&	E	1.1	0.78341064	*
F	&	A	1.2	0.78341064	*
F	&	B	1.3	0.78341064	*
C	&	G	1	0.78341064	*
C	&	D	1	0.78341064	*
C	&	E	1.1	0.78341064	*
C	&	A	1.2	0.78341064	*
C	&	B	1.3	0.78341064	*
G	&	D	0	0.78341064	N.S.
G	&	E	0.1	0.78341064	N.S.
G	&	A	0.2	0.78341064	N.S.
G	&	B	0.3	0.78341064	N.S.
D	&	E	0.1	0.78341064	N.S.
D	&	A	0.2	0.78341064	N.S.
D	&	B	0.3	0.78341064	N.S.
E	&	A	0.1	0.78341064	N.S.
E	&	B	0.2	0.78341064	N.S.
A	&	B	0.1	0.78341064	N.S.

8.1.1.4. Textura

Cuadro N° 33: Diseño de Bloques Completamente al Azar

PANELISTAS	VELOCIDAD DE AIRE (1.1 m/s)									TOTAL
	40°C			50°C			60°C			
	30%	40%	50%	30%	40%	50%	30%	40%	50%	
1	-1	-1	1	-1	-1	0	1	2	0	0
2	-1	-1	1	1	-1	1	-1	1	1	1
3	-1	-1	2	0	-1	2	1	1	0	3
4	-1	1	2	-1	-1	0	0	1	1	2
5	-1	1	2	-1	-1	0	1	2	1	4
6	-1	-1	1	1	-1	0	1	2	1	3
7	-1	-1	2	0	-1	1	-1	1	0	0
8	-1	-1	1	-1	-1	2	0	1	0	0
9	-1	-1	2	-1	-1	0	1	1	1	1
10	1	-1	1	1	-1	0	1	2	0	4
TOTAL	-8	-6	15	-2	-10	6	4	14	5	18
PROMEDIO	-0.8	-0.6	1.5	-0.2	-1	0.6	0.4	1.4	0.5	

Cuadro N° 34: ANVA para Textura

TEXTURA	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADO	F 0.05	SIGNIFICANCIA
PANELISTAS	9	2.62	0.29	0.60	2.024	N.S.
TTO	8	66.60				
Temperatura	2	15.27	7.63	15.62	3.134	**
% de sacarosa	2	20.27	10.13	20.74	3.134	**
Tº x % sacarosa	4	31.07	7.77	15.90	2.514	**
Error Experimental	72	35.18	0.49			

$$Sp = 0.488580247/10 = 0.22$$

$$\text{Cuadro de Tuckey} = Qa (0.05) = 4.424$$

$$W (A.E.S.) = 0.22 \times 4.424 = 0.9778$$

Cuadro N° 35: Resultados ordenados en forma descendente de acuerdo a los promedios obtenidos en el análisis sensorial del atributo TEXTURA.

ATRIBUTO	Temperatura	Porcentaje de Sacarosa	Tratamiento	Promedio Ordenado	SIGNIFICANCIA
TEXTURA	40°C	50%	C	1.5	IGDBAE
	60°C	40%	H	1.4	DBAE
	50°C	50%	F	0.6	BAE
	60°C	50%	I	0.5	BAE
	60°C	30%	G	0.4	BAE
	50°C	30%	D	-0.2	--
	40°C	40%	B	-0.6	--
	40°C	30%	A	-0.8	--
	50°C	40%	E	-1	--

Las letras subrayadas en negrita son altamente significativos **

Cuadro N° 36: Promedios para Textura

C=1.5	H=1.0	F=0.6	I=0.5	G=-0.4	D=-0.2	B=-0.6	A=-0.8	E=-1
-------	-------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	------

Cuadro N° 37: Tuckey (5%) para Textura

COMPARACIÓN			DIFERENCIA ABSOLUTA	A.E.S.(T)	SIGNIFICANCIA
C	&	H	0.1	0.9778	N.S.
C	&	F	0.9	0.9778	N.S.
C	&	I	1	0.9778	*
C	&	G	1.1	0.9778	*
C	&	D	1.7	0.9778	*
C	&	B	2.1	0.9778	**
C	&	A	2.3	0.9778	**
C	&	E	2.5	0.9778	**
H	&	F	0.8	0.9778	N.S.
H	&	I	0.9	0.9778	N.S.
H	&	G	1	0.9778	*
H	&	D	1.6	0.9778	*
H	&	B	2	0.9778	**
H	&	A	2.2	0.9778	**
H	&	E	2.4	0.9778	**
F	&	I	0.1	0.9778	N.S.
F	&	G	0.2	0.9778	N.S.
F	&	D	0.8	0.9778	N.S.
F	&	B	1.2	0.9778	*
F	&	A	1.4	0.9778	*
F	&	E	1.6	0.9778	*
I	&	G	0.1	0.9778	N.S.
I	&	D	0.7	0.9778	N.S.
I	&	B	1.1	0.9778	*
I	&	A	1.3	0.9778	*
I	&	E	1.5	0.9778	*
G	&	D	0.6	0.9778	N.S.
G	&	B	1	0.9778	*
G	&	A	1.2	0.9778	*
G	&	E	1.4	0.9778	*
D	&	B	0.4	0.9778	N.S.
D	&	A	0.6	0.9778	N.S.
D	&	E	0.8	0.9778	N.S.
B	&	A	0.2	0.9778	N.S.
B	&	E	0.4	0.9778	N.S.
A	&	E	0.2	0.9778	N.S.

8.2. **Determinación de la Curva Estandar de Azúcares Reductores**

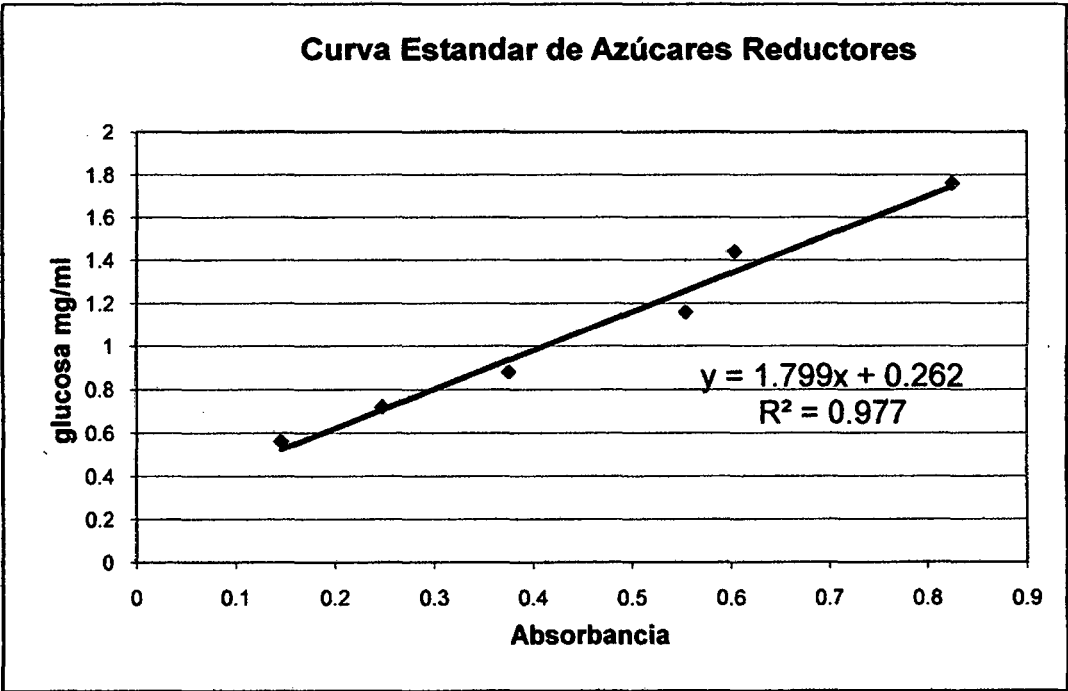
Cuadro N° 38: Curva Estándar de Azúcar Reductor

Curva Estandar		
Alicuotas	glucosa mg/ml	Absorbancia
7	0.56	0.145
9	0.72	0.247
11	0.88	0.375
14.5	1.16	0.553
18	1.44	0.603
22	1.76	0.824

Cuadro N° 39: Absorvancia de las diluciones

Absorbancia de las diluciones		
R1	R2	PROM
0.145	0.145	0.145
0.247	0.247	0.247
0.375	0.375	0.375
0.553	0.553	0.553
0.603	0.603	0.603
0.824	0.824	0.824

Figura N° 37: Curva Estándar de Azúcares Reductores



8.2.1. Determinación de Azúcares Reductores del mejor tratamiento (60°C y 40% de sacarosa)

Cuadro N° 40: Contenido de Azúcares Reductores del mejor tratamiento

Determinación	Absorbancia	glucosa mg/ml	factor dilucion	Con Muestra (g/ml)	Porcentaje (en 100 g.)
Azucares totales	0.365	0.9194905	500	459.74525	45.97
Azucares reductores	0.318	0.8137696	100	81.37696	8.14
Sacarosa	---	---	---	---	35.94



8.2.1. Determinación de Azúcares Reductores del mejor tratamiento (60°C y 40% de sacarosa)

Cuadro N° 40: Contenido de Azúcares Reductores del mejor tratamiento

Determinación	Absorbancia	glucosa mg/ml	factor dilucion	Con Muestra (g/ml)	Porcentaje (en 100 g.)
Azucares totales	0.365	0.9194905	500	459.74525	45.97
Azucares reductores	0.318	0.8137696	100	81.37696	8.14
Sacarosa	---	---	---	---	35.94

